

André Gostynski

**PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DAS ORDENS DE PRODUÇÃO EM UM
REVENDEDOR DE AÇO**

São Paulo

2009

André Gostynski

**PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DAS ORDENS DE PRODUÇÃO EM UM
REVENDEDOR DE AÇO**

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do diploma
de Engenheiro de Produção.

São Paulo

2009

André Gostynski

**PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DAS ORDENS DE PRODUÇÃO EM UM
REVENDEDOR DE AÇO**

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do diploma
de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Marco A. de Mesquita

São Paulo

2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Gostynski, André

**Programação e controle das ordens de produção em um
revendedor de aço / A. Gostynski. -- São Paulo, 2009.**

70 p.

**Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da
Universidade
de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.**

**1. Programação da produção 2. Controle da produção
3. Scheduling I. Universidade de São Paulo. Escola
Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II. t.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais por terem me proporcionado uma educação que me permitiu alcançar sonhos e realizações como esta e mais importante, por terem sempre me apoiado em todos momentos para chegar até aqui.

Gostaria de agradecer a todos que contribuíram de alguma forma e me apoiaram em todo o meu percurso de estudos e dedicação. Os amigos mais especiais e as pessoas que tiveram importante papel neste trajeto.

Não poderia deixar de fora todos que fizeram parte desses anos intensos de Escola Politécnica, principalmente os meus companheiros engenheiros de produção, com os quais estive convivendo junto desde Março de 2007. Um carinho especial pelo meu grupo de trabalho e discussões, com o qual pude sempre contar em tempos de alegria e também nos mais difíceis. Gostaria de citar meus grandes amigos Paulo, Marina, Júlio e Daniboy. Um agradecimento especial a Laís, pessoa que estive mais próximo nesses anos todos de faculdade.

Sem deixar de lado, gostaria de agradecer aos que me proporcionaram realizar o estágio, aos superiores Ricardo, Eduardo e Ivo pela confiança na realização desse trabalho e no apoio dado ao longo do ano. Junto com esses, aos companheiros de trabalho, com os quais convivi bastante nesse último ano e foram fundamentais para essa conquista.

Por fim, gostaria de agradecer a todos os mestres de minha vida acadêmica e educacional. Aos professores mais próximos do colégio, aos Rabis da minha comunidade e aos professores da universidade. Não poderia deixar por menos, ao meu orientador, Prof. Mesquita, que foi mais que um orientador deste trabalho mas um companheiro de formação, com o qual sempre pude contar ao longo desse ano.

RESUMO

Este trabalho tem como foco a programação e o controle da produção em uma empresa revendedora de aços. O principal produto oferecido pela empresa consiste no fornecimento de peças cortadas na quantidade e dimensões solicitadas pelos clientes. Para isto, mantém estoque de barras e chapas maiores adquiridas de grandes fornecedores, que são cortadas conforme pedido em máquinas localizadas na fábrica. A partir de um diagnóstico inicial, verificou-se constantes atrasos dos prazos prometidos pela empresa e aí determinou-se o principal problema no setor de produção da empresa: a falta de uma melhor distribuição dos pedidos nas máquinas de corte do aço, além de uma previsão de início e término desses cortes. Dessa maneira, este trabalho contempla o desenvolvimento de um modelo de programação da produção, realizando o sequenciamento dos pedidos para corte nas máquinas e de um controle do status desses pedidos por todo o processo produtivo. Ao final, os resultados comprovam, através dos indicadores escolhidos, que a empresa teve sua eficiência aumentada com a implantação do modelo de programação e controle.

Palavras-chave: Scheduling, programação da produção, controle da produção

ABSTRACT

This monograph is about the production scheduling and control of a steel working manufacturer. He offers main service in the shaping of metal pieces to quantities and size according to customer request. To attain this, a proper storage of bars and sheets of larger sizes that are acquired from large suppliers is kept in house; these are cut and shaped on the manufacturer machinery. An initial diagnosis of the scheduling activities was done to gather a better understanding of the manufacturer production control process since from the placement of customer orders until the final product delivery. This monograph also contains the development of a scheduling and control program, developed on VBA code. By the end, the result shows the implementation was successful to the industry.

Key words: Scheduling, production control

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Uma Máquina de Corte.....	1
Figura 2 – Estoques de Barras	1
Figura 3 – Chão de Fábrica	2
Figura 4 - Organograma Açofran	2
Figura 5 - Aços Redondos	3
Figura 6 - Aços Chatos	3
Figura 7 - Aços Redondos Cortados.....	7
Figura 8 - Saída por Peso.....	8
Figura 9 - Saída por Faturamento	8
Figura 10 - Gráfico Volume X Variedade	11
Figura 11 - Planta Açofran	22
Figura 12 - Planta Setor 2	24
Figura 13 - Pórtico rolante.....	25
Figura 14 - Serra de Fita Horizontal.....	27
Figura 15 - Máquina Modelo SF 250. A	28
Figura 16 - Máquina Modelo SFC 320.A.....	29
Figura 17 - Fluxograma do procedimento de corte	33
Figura 18 - Controle de Estoque.....	39
Figura 19 - Cadastro de Pedido	40
Figura 20 - Ordem de Corte / Pedido	41
Figura 21 - Planilha Excel para programação	42
Figura 22 - Importação dos Dados	48
Figura 23 - Ordens de Corte nas Máquinas 37 e 39	50
Figura 24 - Ordens de Corte em Máquina 05	50
Figura 25 - Planilha de Índices de Corte	51
Figura 26 - Tempo de Corte em MP (Máquina Pequena)	52
Figura 27 - Tempo de Corte em MG (Máquinas Grandes)	52
Figura 28 - Distribuição dos Pedidos entre M37 e M39	54
Figura 29 - Ordens validadas em M37	55

Figura 30 - Ordens Validadas em M39	56
Figura 31 - Distribuição da Carga na Semana 42.....	60
Figura 32 - Distribuição da Carga na Semana 43.....	61
Figura 33 - Distribuição da Carga na Semana 44.....	62
Figura 34 - Distribuição da Carga na Semana 45.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Regras de Despacho	17
Tabela 2 - Índices de Desempenho	20
Tabela 3 - Características SF 250.A	27
Tabela 4 - Características SFC 320.A	29
Tabela 5 - Índices de Corte.....	32
Tabela 6 - Status do Pedido	42
Tabela 7 - Semanas de realização dos testes	58
Tabela 8 - Resultados obtidos.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RH	Recursos Humanos
MTO	<i>Make to Order</i>
APS	<i>Advanced Planning Scheduling</i>
PEPS	Primeiro que entra primeiro que sai
MDE	Menor data de entrega
IPI	Índice de prioridade
ICR	Índice crítico
IFO	Índice de folga
IFA	Índice de falta
RBC	<i>Repeat Business Customisers</i>
VBC	<i>Versatile Business Companies</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>
MTS	<i>Make to Stock</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 A EMPRESA	1
1.2 PRODUTOS	3
1.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	4
1.4 OBJETIVOS DO TRABALHO.....	5
1.5 RELEVÂNCIA DO PROBLEMA	6
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	9
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
2.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE EM AMBIENTE MTO	10
2.2 O SEQUENCIAMENTO NA PRODUÇÃO	12
2.3 MÉTODOS DE SEQUENCIAMENTO	14
3. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO	22
3.1 DESCRIÇÃO DO ARRANJO FÍSICO	22
3.2 EQUIPAMENTOS E MAQUINÁRIO	24
3.3 TEMPOS DE PREPARAÇÃO DE CORTE	29
3.4 PLANEJAMENTO DO CORTE	30
3.5 O PROCEDIMENTO DE CORTE	31
3.6 DESCRIÇÃO DO PROCESSAMENTO DO PEDIDO.....	34
3.7 SISTEMA DE INFORMAÇÃO ERP	38
4. PROPOSTA DE MELHORIA PARA SISTEMA DE CONTROLE E PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO	43
4.1 PREMISSAS DA SOLUÇÃO	43
4.2 MODELAGEM DO SEQUENCIAMENTO	47
4.3 VALIDAÇÃO	55
5. RESULTADOS E ANÁLISES COMPARATIVAS	58
5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	58
5.2 DESEMPENHO DO SEQUENCIAMENTO	59

6. CONCLUSÕES.....	65
6.1 SÍNTESE	65
6.2 ANÁLISE CRÍTICA DO PROJETO.....	66
6.3 DESDOBRAMENTOS	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho de formatura tem como objetivo a implantação de um sistema de programação dos pedidos nas máquinas, visando redução do atraso para entrega dos produtos acabados para os clientes, na Açofran, a mesma empresa onde o estágio foi realizado durante o último ano do curso de Engenharia de Produção.

O capítulo inicial deste trabalho destina-se à descrição da proposta do projeto de formatura, começando com a apresentação da empresa e o mercado onde a mesma se encontra inserida. A seguir, define-se o problema a ser estudado e sua relevância para a empresa. Por fim, apresenta-se o conteúdo dos próximos capítulos.

1.1 A EMPRESA

A Açofran é uma empresa de pequeno porte do setor metalúrgico. Fundada em 1982, a empresa era controlada pelos próprios donos até 2007 quando um grupo de investidores adquiriu a empresa e a diretoria sofreu uma profunda mudança, fazendo com que a empresa alterasse seu estilo de funcionamento. Novas metas foram estabelecidas, visando aumento de vendas no ramo de revendas de aço no mercado nacional.

A empresa atua no ramo de venda de aços sob encomenda. Especializada no corte de aços ferramenta, ela não se restringe a esse tipo de produção, atuando também no corte dos chamados aços de construção mecânica. Além disso, atualmente ela revende outros materiais diferentes de aço, geralmente requisitados pelos clientes junto com as peças de aço, tais como barras de plástico e peças em alumínio.



Figura 1- Uma Máquina de Corte



Figura 2 – Estoques de Barras



Figura 3 – Chão de Fábrica

Podemos classificar a empresa no ramo de corte e venda de peças de aço, definido pelo código CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas) sendo C 2599-3/99, ou seja, uma indústria de transformação dedicada à fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos, especializada no corte de metais.

No escritório da Açofran trabalham 21 funcionários, divididos entre setor de vendas, financeiro, marketing, qualidade, RH e secretaria, todos estes subordinados diretamente aos dois diretores da empresa, um responsável pela parte comercial e outro pela parte administrativa, conforme Figura 4. Todos os funcionários do setor de produção estão diretamente subordinados ao diretor comercial na empresa.

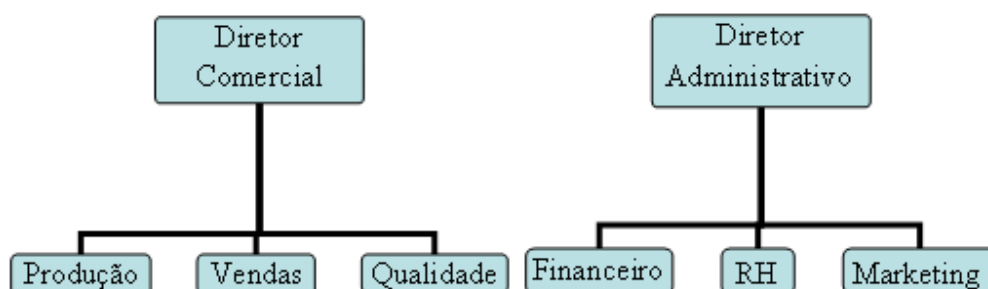


Figura 4 - Organograma Açofran

1.2 PRODUTOS

A demanda na Açofran é muito variada, e portanto serão usadas diferentes classificações para uma melhor análise dos produtos da empresa. Basicamente, os aços da empresa podem ser divididos em dois grupos quanto a sua forma física, os aços redondos e os aços chatos, conforme Figura 5 e Figura 6 respectivamente.



Figura 5 - Aços Redondos



Figura 6 - Aços Chatos

Além disso se utilizará também de uma segunda classificação ao longo do trabalho, quanto à utilização do aço, podendo este ser do tipo Ferramenta ou um aço tipo Construção Mecânica.

Como estratégia de produção, a empresa se enquadra no modelo de produção contra-pedido ou MTO (*Make to Order*). Este consiste em uma configuração de processo de produção em que a manufatura só se inicia quando o pedido do cliente é confirmado. Esse tipo de estratégia é adequado para a venda de produtos personalizados e de baixo volume.

Os vendedores trabalham 8 horas por dia, ofertando produtos, isto é, fechando negócios e liberando pedidos para o chão de fábrica processá-los.

Na empresa, para se liberar um pedido, ou seja, para se definir o que será cortado, basta indicar o material, ou seja, seu tipo, seu perfil, suas duas dimensões básicas: a bitola e o comprimento no caso de aços de perfil redondo, ou as três dimensões no caso dos chatos.

Atualmente o responsável pelo setor em que a peça será cortada deve encaminhar uma previsão de prazo de corte para o responsável pelo controle da produção para ser cadastrado no sistema e em seguida repassado aos vendedores para checarem se tal previsão está de acordo com os prazos estabelecidos com os clientes.

1.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

O recente crescimento do setor metalúrgico de pequeno porte acirrou ainda mais a concorrência entre as empresas deste setor, levando estas a buscarem meios de driblarem essa competição, investindo em novos métodos de administração da produção. Dessa forma, um grande salto para estas empresas de pequeno e médio porte é poder visualizar e interferir no sequenciamento de produção do chão de fábrica.

Atualmente a Açofran não conta com um método de programação de máquinas para sua produção, contando com apenas um pequeno controle, cuja função é checar os tempos previstos pelos chefes do chão de fábrica e se estes se encontram dentro do prazo estabelecido pelos vendedores da empresa para entrega do pedido.

Com a nova direção atuando na empresa e as metas mais ambiciosas definidas pela mesma, surgiu a necessidade, frente ao mercado competitivo, de se estruturar um setor de planejamento, programação e controle da produção na Açofran.

Hoje, a empresa trabalha com prazos preestabelecidos de produção, repassados ao cliente, de exatamente três dias úteis para a entrega do pedido, a partir do dia de consolidação do mesmo, isto é, quando a empresa recebe confirmação do cliente e após a confirmação de estoque da matéria-prima.

O atraso dos prazos prometidos aos clientes pode levar a perda dos pedidos e até mesmo do cliente, que muitas vezes pode se tornar uma perda irreversível para a empresa.

Outro ponto onde se percebe certa precariedade no que tange a administração da produção, é a própria administração de materiais. A previsão de demanda é baseada em médias ultrapassadas, apresentando alteração significativa em virtude de mudanças na economia nacional. A atual reposição de estoque acontece quando os pedidos já não mais podem ser atendidos por falta de material. Tal procedimento deve ser alterado para que se garanta um sistema de planejamento mais seguro.

Apesar dessa necessidade também ser reconhecida como uma das causas no atraso dos pedidos, o sequenciamento é um primeiro estágio para a resolução do problema, e assim a previsão de demanda seria um segundo passo que não será abordado nesse trabalho.

1.4 OBJETIVOS DO TRABALHO

Este trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de um sistema de programação da produção capaz de realizar a distribuição dos pedidos pelas máquinas no chão de fábrica, sequenciando os pedidos e dessa forma, definir os instantes de início e fim de cada ordem de corte, obtendo-se assim maior controle da produção, garantindo o atendimento dos clientes dentro dos prazos estabelecidos pelos vendedores.

O foco será dado à principal necessidade da empresa no momento, no caso um modelo de apoio à decisão para alocação de pedidos nas máquinas. Tal modelo deverá primordialmente realizar a distribuição dos pedidos e, posteriormente deve oferecer algum tipo de vínculo com o sistema de vendas da empresa para que os vendedores possam analisá-lo e assim estipular prazos mais realistas para as entregas de pedidos. Atualmente não existe nenhum mecanismo formal para esta tarefa. O que existe é uma alocação *ad hoc* pelos supervisores do setor na fábrica.

Assim, graças à grande variedade de produtos oferecidos pela empresa, isto é, diferentes tipos de aço de bitola e comprimento com tamanhos distintos, necessita-se a realização de uma restrição na abrangência geral do projeto. Assim sendo, o trabalho se restringirá ao estudo dos aços redondos.

1.5 RELEVÂNCIA DO PROBLEMA

Apesar da evidente necessidade de melhoria no processo de programação de pedidos, outros problemas eram também relevantes na empresa, como a questão da organização geral da fábrica e do gerenciamento industrial para as atividades ali envolvidas. Foi percebido que todas as tarefas estavam intimamente relacionadas à programação e ao controle da produção.

Primeiramente, buscaram-se os principais problemas envolvidos com a produção da empresa. Para isso, se analisaram relatórios do sistema de gestão da qualidade, pesquisa de satisfação dos clientes, além do questionamento aos diretores, vendedores e funcionários do chão de fábrica. Os principais problemas levantados foram o atraso dos pedidos, o desperdício de material no corte e o elevado número de produtos acabados não conformes com as especificações dos pedidos. Dentre esses, o que apresentava maior prejuízo e risco à empresa, na visão dos diretores, era o atraso dos pedidos.

Tendo essas causas em mente, ao se fazer propostas de planos de ação, a idéia do sequenciamento dos pedidos foi a única apresentada que poderia resolver as principais causas do problema.

No entanto, o problema do sequenciamento de todos pedidos da empresa esbarra na complexidade dos cortes dos materiais chatos. Como se pode observar na Figura 7, o corte do aço de perfil redondo é definido apenas pelo seu comprimento, já que o diâmetro é padronizado para os aços e assim, o corte é classificado como unidimensional.



Figura 7 - Aços Redondos Cortados

Quando se trabalha com os aços de perfil chato, é necessário determinar-se as 3 dimensões para realizar o corte, e dessa maneira, a definição dos planos de corte é muito mais complexa. Assim, para se sequenciar pedidos de aços redondos é necessário apenas conhecer sua bitola (diâmetro), enquanto que para os chatos, requer-se saber os planos de corte, e assim, por questões de complexidade e prazo para este trabalho, este problema teve que ser simplificado. Com isso este trabalho restringe sua abordagem aos aços de perfil redondo.

Além da maior facilidade de solução, os aços redondos representam importante porcentagem do faturamento da empresa, além de parcela representativa das vendas em peso bruto total, como se pode observar nas figuras 8 e 9, relativas ao ano de 2008.

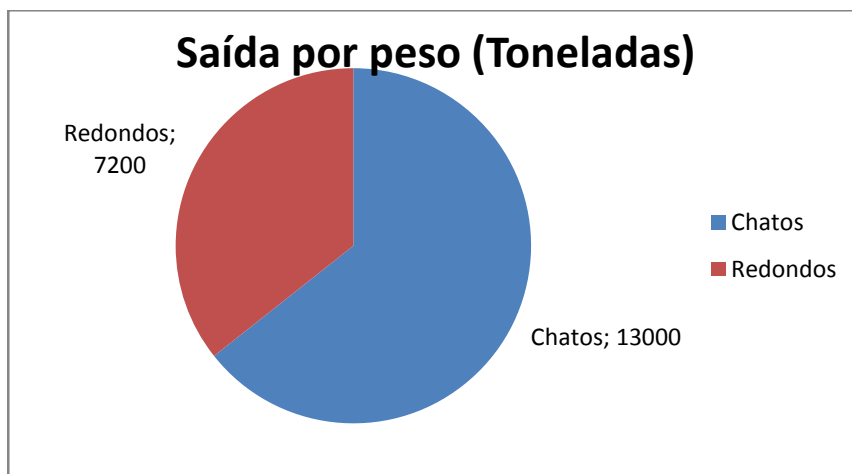


Figura 8 - Saída por Peso

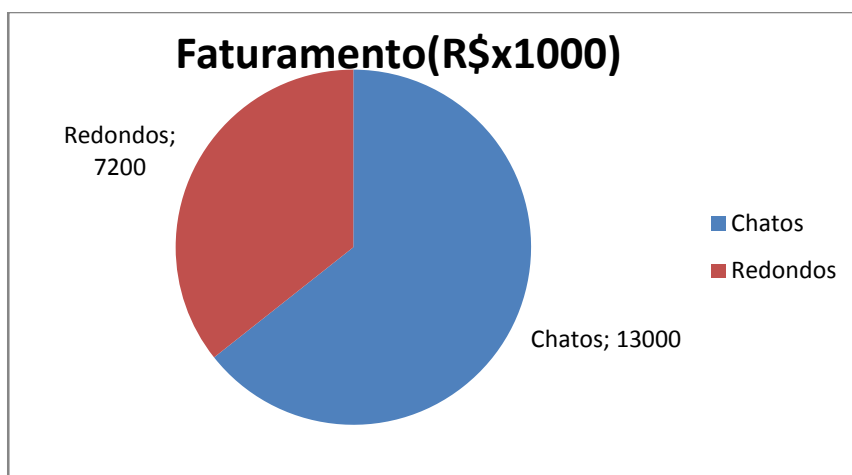


Figura 9 - Saída por Faturamento

Por fim, este trabalho vem sendo desenvolvido graças ao estágio realizado especificamente com o objetivo de aprimoramento do controle e dos processos de produção. Dessa forma, antes da formalização desse trabalho, varias análises de viabilidade do projeto foram realizadas e diversos estudos sobre o funcionamento da empresa foram feitos.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo apresentou a empresa e o cenário onde ela atua, caracterizando sua estratégia de produção, seu sistema de programação e controle de produção e a gama de produtos por ela oferecidos. Neste capítulo encontra-se a formulação do problema abordado assim como os objetivos traçados para este trabalho.

No segundo capítulo, apresenta-se uma revisão bibliográfica em livros, monografias e artigos acadêmicos sobre programação da produção. Esta revisão servirá de base para o estudo e análise do problema formulado. Nesta parte os principais temas trabalhados serão modelos de programação e sequenciamento de ordens de produção em máquinas.

Já no terceiro capítulo, encontra-se um detalhamento do problema. Apresenta-se assim as informações relevantes sobre a empresa e todos outros dados necessários para a resolução do mesmo.

No quarto capítulo, será apresentada a proposta de resolução do problema, o modelo de sequenciamento escolhido e seu método de aplicação, sua implementação e também suas implicações na empresa.

A seguir, no quinto capítulo, são apresentados os resultados da implementação do modelo escolhido e suas consequências para a empresa.

Por fim, o quinto capítulo encerra o trabalho com as considerações finais, é apresentada uma conclusão acerca da realização do projeto. Será realizada também uma crítica sobre o método aplicado e possíveis aplicações deste trabalho em projetos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE EM AMBIENTE MTO

O rápido crescimento do número de opções fornecidas pelas indústrias aos seus consumidores tem forçado os fornecedores a serem flexíveis o suficiente para prover uma grande variedade de produtos customizados para uma grande demanda dos mesmos. Além disso as mercadorias devem ser encaminhadas com maiores garantias de qualidade e menores prazos de entrega (SURI, 1998).

A demanda por um grande *mix* de produtos em pequena escala de volume aumentou a quantidade de fornecedores operando de acordo com a estratégia *Make-to-Order* (MTO). A maioria desses fornecedores são de pequeno a médio porte e eles devem ser capaz de reagirem num ambiente turbulento. Eles devem se adaptar com um *Schedule* instável da produção e com a administração de materiais, devido a mudanças frequentes nas ordens de produção programadas além de constante ineficiência em processos produtivos. Como consequência disso, o planejamento e controle da produção (PCP) se torna mais complexo e diversas vezes ineficiente (HENRICH *et al.*, 2004).

É sugerido por Henrich *et al.* (2004) que existe uma importância muito grande no modo como se enquadrar um conceito de PCP, que pode influenciar diretamente no sucesso econômico da empresa. Ele cita ainda a divisão em três estágios para a implementação: a) estudos preliminares e avaliações; b) análise criteriosa e detalhada do processo; e c) implementação.

Na parte preliminar, escolhe-se entre algumas alternativas de modelos de PCP. Posteriormente, uma investigação detalhada e a escolha final ocorrem antes da implementação do modelo escolhido, outra análise detalhada das características da empresa, das tarefas de planejamento e controle, caso necessário. Devem ser levantadas também as características do possível *software* responsável pelo PCP para avaliação. Finalmente, no estágio de implementação, as tarefas do PCP no chão de fábrica devem ser adaptadas de acordo com o

conceito adotado. Então, o *software* escolhido é parametrizado e sua utilização inserida na rotina administrativa.

Já Stevenson *et al.*(2005) inicia seu artigo indicando uma subdivisão dentro da estratégia MTO. A primeira diz respeito às indústrias que customizam seu produto, porém apresentam algum contrato que prevê a repetição na fabricação desses produtos, chamadas RBC (Repeat Business Customisers). Já o outro tipo, são conhecidas como VBC (Versatile Business Companies), apresenta produtos mais sofisticados praticamente sem repetição dos itens. A figura 10 ilustra a posição dessas indústrias no gráfico Volume X Variedade, comparando ainda com o modelo MTS de produção.

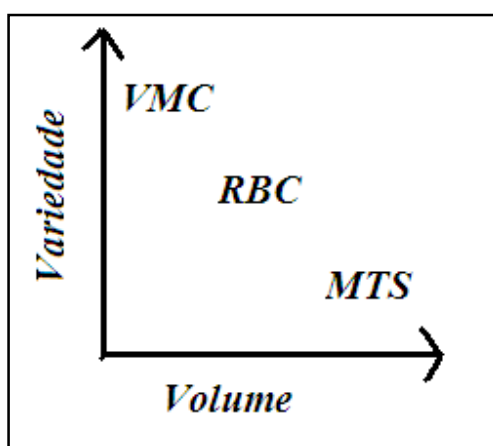


Figura 10 - Gráfico Volume X Variedade

No estudo da programação para o sistema que trabalha sob estratégia MTO, isto é, sob encomendas, o foco deve ser dado à capacidade produtiva, via um sistema de programação finita ou APS (Advanced Planning and Scheduling) de capacidade finita para sequenciamento e acompanhamento das ordens emitidas, de forma a garantir ao cliente que seu pedido seja entregue de acordo com o acordado. Como reflexo desse sequenciamento, a programação deve providenciar uma lista de tarefas de rotina para as operações realizadas em cada posto de trabalho ou cada equipamento.

Segundo Lustosa *et al.* (2008), as decisões quanto à programação se dividem em sete categorias:

- Designação: determinação de onde a tarefa será executada.
- Sequenciamento: determinação da sequência em que as tarefas devem ser executadas em um dado recurso.
- Programação: determinação de quando a tarefa deverá ser iniciada e terminada, não apenas a sequência.
- Despacho: quando e para quem a ordem será emitida
- Controle: acompanhamento dos trabalhos para garantir que o programa se mantenha válido e determinação de eventuais necessidades de intervenção ou reprogramação.
- Apressamento: acelerar a ordem de produção pelo aumento de sua prioridade para manter o programa válido ou para atender a necessidade específica.
- Carregamento de oficinas: definição dos roteiros e programação das tarefas dentro de uma fábrica ou seção de um sistema produtivo.

2.2 O SEQUENCIAMENTO NA PRODUÇÃO

A programação, segundo Pinedo (2002), atua com a alocação de recursos escassos para a realização de tarefas em um determinado período de tempo. É um processo de decisão com a meta de otimizar um ou mais objetivos. Tanto os recursos como as tarefas podem assumir diversas formas em uma organização. Os objetivos podem também ser os mais diversos, como a redução do tempo total de processamento de um conjunto de tarefas, ou a minimização de tarefas completas depois do prazo.

É comum que um sistema de produção tenha seus recursos limitados, e para isso se busca adequar o método gerado a esses recursos disponíveis, sejam homens, máquinas, instalações e dessa forma, segundo Tubino (2007), é função do sequenciamento realizar tal tarefa. Claramente, o grau de detalhamento e intensidade que se dá a execução das funções de sequenciamento vai depender do sistema produtivo que está sendo programado.

Já em Arnold (1998), o processo de *Scheduling* é definido como o ato de se estabelecer datas de começo e fim para cada uma das operações necessárias para se completar um item de produção. Para tanto, o planejador necessita ter informação sobre o roteiro, capacidade existente e necessária e tempos de processamentos para cada centro de trabalho envolvido.

Em Goldenberg & Mesquita (2007), explicita-se que os principais fatores que limitam a utilização da simulação computacional nas empresas são o desconhecimento da técnica aliada ao alto custo de aquisição dos *softwares* profissionais de simulação.

A visão macro do processo de programação e controle da produção, segundo Goldenberg & Mesquita (2007), é o conjunto de funções interrelacionadas que objetivam coordenar o processo produtivo (HAX & CANDEA, 1984), englobando as decisões de quanto e quando produzir e comprar material, a partir do conhecimento dos níveis de estoques e de vendas, junto com isso, o gerenciamento das filas para a execução das tarefas que concorrem pelos recursos disponíveis, como máquinas, materiais e operadores.

Dentro do PCP da empresa se encontra o problema do sequenciamento detalhado da produção, que envolve decisões de nível operacional muito específicas e de curtíssimo prazo, segundo Hax & Candea (1984).

Segundo Goldenberg & Mesquita (2007), a teoria de *Scheduling* estuda problemas específicos de programação da produção com abordagem matemática, buscando a solução ótima para uma função objetivo estabelecida. Além da diversidade de formulações, os problemas de *scheduling* são conhecidos pela complexidade matemática e dificuldade de aplicação prática desses modelos nas empresas, (MACCARTHY & LIU 1993). Para um problema, mais ele se

torna complexo, à medida que aumentam seu número de restrições, e assim mais se dificulta a busca por soluções exatas ou aproximadas. Essas restrições podem se dar de diversas maneiras, fazendo com que o número de ordenações possíveis cresça devido sua natureza combinatorial. Dessa forma são geralmente feitas algumas simplificações nos problemas, buscando-se um modelo simplificado mas que se aproxime de maneira razoável à realidade da empresa.

Basicamente, em *Scheduling* se trabalha com a questão de operações no tempo, tempo de processamento esse que, segundo Graves (1981), é formado por cinco elementos: 1) o tempo em fila, isto é, o tempo em que o trabalho aguarda para ser iniciado numa estação de trabalho. 2) tempo de *setup* que é o tempo necessário para preparar o centro de trabalho para a operação. 3) tempo de corrida é o tempo em que o pedido da operação é realizado. 4) tempo de espera é o tempo em que o material aguarda para ser transferido ao próximo centro de trabalho. 5) tempo de movimentação é o tempo de trânsito entre centros de trabalho.

2.3 MÉTODOS DE SEQUENCIAMENTO

Para o sequenciamento de operações, (TUBINO, 2007), um tratamento de pesquisa operacional até pode ser encaminhado, porém, geralmente ele não se adapta ao ambiente dinâmico, em que produtos novos são acrescentados à carteira para programação, fazendo com que na prática seja difícil conciliar a variabilidade dos dados de produção com a dinâmica de atualização do algoritmo otimizador.

Segundo Graves (1981), existe uma classificação dos problemas de *Scheduling* em cinco aspectos:

- Geração das Tarefas

Pode ser do tipo *open shop*, ou seja, gerada pelos pedidos dos clientes ou pode ser um *closed shop*, definidas pela reposição de um estoque. Quando se fala em *open shop* puro deve-se considerar que não há estoque, a preocupação apenas é em sequenciar os pedidos. Por outro lado,

o *closed shop* puro trata da preocupação com a reposição do estoque, quando e quanto repor. É difícil encontrar um desses dois casos puros na prática.

- Complexidade do Processo

Geralmente, a complexidade está ligada à sequência das operações na produção. Para isso, existe uma subclassificação:

- Uma operação, uma máquina
- Uma operação, “n” máquinas em paralelo
- Múltiplas operações, flow shop
- Múltiplas operações, job shop

Segundo Graves (1981), o problema mais simples é o de uma máquina única, em que todas as ordens são compostas por uma única operação, processadas uma de cada vez nessa máquina. Assim, cada ordem pode ser definida basicamente por quatro informações: instante de chegada, tempo de processamento, data de entrega e importância. A importância é o peso daquela tarefa para com a empresa, ou seja, pode representar o custo de um atraso, ou uma relevância de algum cliente.

Já quando se fala em máquinas em paralelo, pode-se atribuir uma tarefa a uma dentre várias máquinas disponíveis. Quando uma tarefa tem uma sequência definida de operações, já estamos tratando de um flow shop, onde as tarefas percorrem caminhos únicos, podendo ter a opção em cada estágio do processamento em uma máquina única ou em máquinas em paralelo.

Por último, no job shop, cada tarefa é única, envolvendo uma sequência particular de operações através das máquinas disponíveis.

- Critério para Ordenação

Esse critério determina de que forma será realizado o sequenciamento, de acordo com o objetivo da programação. Índices comumente usados são porcentagem de atendimento no prazo, quantidade de ordens abertas e níveis de estoques intermediários.

- Tempos de Execução de tarefas

Os tempos de execução podem ser de dois tipos, determinísticos ou probabilísticos, neste caso, é utilizada a esperança de ocorrência dos eventos para simulações possíveis.

- Ambiente de Scheduling

O ambiente de produção pode ser estático ou dinâmico. O ambiente estático todas as tarefas já estão disponíveis no instante inicial, esperando na fila, enquanto que o dinâmico há a chegada de novas tarefas em instantes pré-definidos ou por uma distribuição de probabilidades.

Modelos heurísticos são regras práticas de sequenciamento (indutivas) e permitem resolver problemas grandes em tempos de computação viáveis. Esses métodos não garantem solução ótima, porém oferecem resultados bastante satisfatórios em menor tempo computacional.

Antes de entrar no detalhamento das técnicas de sequenciamento, é importante ter em mente as diferentes abordagens de programação da produção. Primeiramente, a definição de carga finita e infinita, que para Arnold (1998), respectivamente, existe um limite definido de capacidade para qualquer estação de trabalho. Caso não haja capacidade suficiente em uma estação devido a outras ordens de serviço, a ordem deve ser programada em outro período. Já para carga infinita, é assumido que a capacidade é sempre suficiente quando requerida, não se considera a existência das outras ordens de serviço desse centro de trabalho.

Além desta categorização de carga, outro tipo de diferenciação pode ser estabelecido entre técnicas de sequenciamento quanto ao parâmetro temporal referencial de onde se inicia a programação, isto é, caso a programação seja efetuada a partir do recebimento de uma ordem de

serviço, é feita uma programação para frente, caso seja realizada baseada na data de entrega, ou seja, de acordo com o prazo da ordem de serviço, é feita uma programação para trás.

Tubino (2007) menciona ainda, a questão da classificação das regras de sequenciamento, e no caso, a mais pertinente para o problema é a divisão regras estáticas ou dinâmicas, de acordo com a relevância de prioridades alteradas devido às mudanças no sistema produtivo. De maneira geral, as regras de sequenciamento mais aplicadas estão na Tabela 1.

Tabela 1- Regras de Despacho

Sigla	Especificação	Definição
PEPS	Primeira que entra primeira que sai	Os lotes serão processados de acordo com sua chegada no recurso
MTP	Menor tempo de processamento	Os lotes serão processados de acordo com os menores tempos de processamento no recurso
MDE	Menor data de entrega	Os lotes serão processados de acordo com as menores datas de entrega
IPi	Índice de prioridade	Os lotes serão processados de acordo com o valor da prioridade atribuída ao cliente ou ao produto
ICR	Índice Crítico	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de: $\frac{(data\ da\ entrega - data\ atual)}{Tempo\ de\ processamento}$
IFO	Índice de folga	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de: $\frac{data\ de\ entrega - \sum tempo\ de\ processamento\ restante}{número\ de\ operações\ restantes}$
IFA	Índice de falta	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de: quantidade em estoque/taxa de demanda

Para processos MTO, Tubino (2007) recomenda a utilização das regras MDE, pois priorizam as datas de entrega, reduzindo os atrasos, porém, por outro lado não leva em consideração o tempo de processamento, fazendo com que pequenos pedidos sejam concluídos mais tardiamente. São interessantes também as regras ICR e IFO, que estão baseadas na idéia de folga entre data de entrega e tempo de processamento, além de considerarem todas as operações da carteira e não somente a operação imediata, privilegiando assim o atendimento ao cliente.

Apesar disso, tais regras são tratadas geralmente como uma forma de resolução de problemas do tipo Job-Shop, que não reflete o caso de estudo deste trabalho.

2.3.1 MÁQUINA ÚNICA

Considera-se apenas uma única máquina, responsável pelo processamento das “n” ordens, segundo Lurtosa *et al.* (2008), cada uma com seus parâmetros específicos, como tempo de setup, tempo de produção, data de entrega, data de liberação etc.

Existe um algoritmo conhecido como Algoritmo de Moore, que minimiza o número de ordens atrasadas. Seu objetivo (LURTOSA *et al.*, 2008) é minimizar o número de tarefas em atraso, sendo irrelevante a ordem dessas tarefas atrasadas. Para tanto, se faz uso de tal algoritmo junto com uma sequência em MDE, de forma a minimizar o atraso geral.

Basicamente, o algoritmo funciona da seguinte maneira (MESQUITA, 2008):

Enquanto houver “tarefa atrasada” e “não descartada” faça:

 Identifique, na sequência, a primeira tarefa atrasada;

 Considere as tarefas até a primeira tarefa atrasada, escolha a de maior tempo de processo e descarte-a da lista de tarefas

Fim do Enquanto

A sequência remanescente, seguida das tarefas descartadas, apresenta o número mínimo de tarefas atrasadas

Fim;

2.3.2 MÁQUINAS EM PARALELO

Para Pinedo (2002), um sistema com máquinas em paralelo é uma definição importante tanto para um ponto de vista teórico quanto prático. Da parte teórica, este problema é uma generalização do sistema com uma única máquina e do ponto de vista prático é importante dado a frequência com que ele pode ser observado no mundo real.

No processamento em paralelo, menciona Sule (1997), a tarefa é realizada por uma única máquina de uma série de outras idênticas a esta, proporcionando uma redução do makespan. Neste processo, as máquinas não precisam estar fisicamente em paralelo senão aptas a desenvolverem a mesma tarefa.

Sule (1997) ainda divide o problema de máquinas idênticas em paralelo em três categorias: Trabalhos sem prioridades e sem prazos de entrega, trabalhos com prioridade e sem prazo de entrega e trabalho com prioridade e prazos de entrega.

Neste caso, segundo Lurtosa *et al.* (2008), o processo basicamente se resume a identificar qual ordem deverá ser encaminhada a qual máquina.

2.4 INDICADORES DE DESEMPENHO

Existem na literatura diversos modos de se avaliar o desempenho do seqüenciamento realizado. Neste trabalho, se prioriza o objetivo de se cumprir os prazos estabelecidos. Este objetivo se vincula diretamente ao nível de atendimento dos clientes e é fundamental em empresas que trabalho sob a estratégia de encomendas (*MTO*).

Segundo Lurtosa *et al.* (2008), para se avaliar a eficácia de uma alternativa de solução se utiliza de indicadores de desempenho. A seguir, estão descritos os indicadores mais comumente utilizados:

Tabela 2 - Índices de Desempenho

Tempo Médio de Fluxo	Média entre os tempos de fluxo das ordens
Atraso Médio ou Máximo	Média dos atrasos ou maior atraso entre as ordens consideradas
Número de Ordens Atrasadas	Quantidade de ordens concluídas após a data de entrega prometida
Tempo Total de Trabalho	Tempo necessário para conclusão de todas as ordens abertas
Estoque em Processo (WIP)	Pode ser determinado em termos de número de ordens abertas ao longo do horizonte de programação
Utilização	Razão entre o tempo efetivamente utilizado e o tempo total disponível do recurso

Para a análise do desempenho do seqüenciamento a se realizar com este trabalho serão utilizados os indicadores que mais se relacionam ao objetivo proposto. Dessa forma, atraso médio, atraso máximo e número de ordens atrasadas serão adotados para se visualizar o resultado da programação da produção na empresa.

De maneira sucinta, este capítulo apresentou questões básicas referentes à programação e ao controle da produção em empresas que operam sob a estratégia MTO, mostrando as necessidades e as consequências de se trabalhar de tal forma.

Ao longo da descrição, a fundamentação vai em direção ao estudo do sequenciamento, foco deste trabalho, apresentando métodos e descrições de modelos de *Scheduling* mais tradicionais, conhecidos como regras de seqüenciamento.

O trabalho deve tomar como base tais regras de seqüenciamento, mais precisamente, se aproxima mais dos objetivos a adoção da regra MDE, pois nela se toma as datas de entrega como prioridade para o seqüenciamento, e na empresa, as datas de entrega igualmente são a grande prioridade e preocupação dos seus vendedores e diretores.

3. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO

3.1 DESCRIÇÃO DO ARRANJO FÍSICO

A empresa dispõe de aproximadamente 500m² de área total no piso térreo, onde se encontra o chão de fábrica. Este encontra-se dividido funcionalmente em duas grandes partes, na primeira encontram-se as máquinas de grande porte, que processam geralmente as grandes barras e peças maiores, enquanto que no outro setor, localizam-se as máquinas de pequeno porte, são cortadas as peças menores e os retalhos. Podemos identificar na Figura 11 o layout da fábrica, tal como suas divisões funcionais de máquinas grandes e pequenas, respectivamente, pelos números 1 e 2.

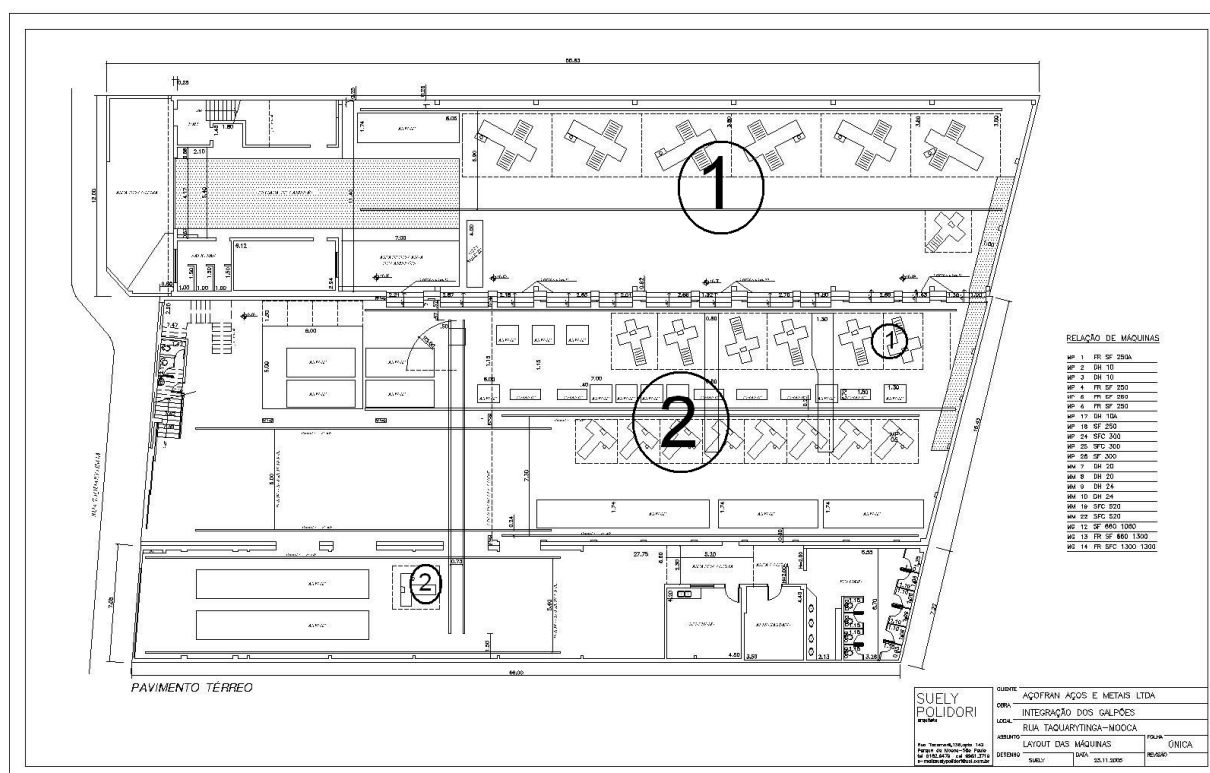


Figura 11 - Planta Açofran

Como se pode observar operam na empresa 22 máquinas de corte. Destas, nove pertencem ao agrupamento das máquinas maiores enquanto que as outras 13 são classificadas como pequeno porte. Trabalham no chão de fábrica 20 operadores que recebem supervisão de três supervisores, dentre os quais, um é o chefe de depósito e os outros dois os responsáveis pelos dois setores do maquinário da empresa.

É importante se ressaltar, que para o problema dos aços de perfil redondo, o setor considerado para estudo será o de número 2, na Figura 17, uma vez que somente nesse setor são cortados, atualmente, tais perfis de aço. Além disso, não existe hoje uma organização a ponto de definir dentre as máquinas desse setor, quais são as que cortam aço redondo ou chato, assim sendo, todas as máquinas são capazes de cortar ambos os perfis.

É necessário aqui, fazer uma apresentação das principais localidades relevantes ao trabalho no chão da fábrica. Na Figura 12, o setor indicado com a letra R representa os estoques de retalhos desses materiais. O estoque de peças cortadas está representado pela letra C enquanto que os estoques de peças inteiras estão indicados pela letra I.

Dessa forma, o setor dois ganhará maior enfoque, uma vez que todos os recursos necessários e envolvidos no processamento de pedidos dos aços de perfil redondo se encontram ali alocados.

3.2.1 EQUIPAMENTOS DE ARMAZENAGEM, TRANSPORTE E MOVIMENTAÇÃO DE PEÇAS

Como se pode observar no arranjo físico da fábrica, a empresa está dividida em três grandes galpões, mas neste trabalho apenas dois são relevantes. O transporte entre galpões é realizado atualmente por um carrinho de trilho, o que permite a movimentação de carga pesada, de até uma tonelada. Além disso, o carrinho possui rotação da plataforma de apoio, possibilitando maior facilidade para o manuseio de barras entre os galpões e projeção das mesmas dentro do galpão para a movimentação dentro do galpão.

Dentro do galpão o transporte pode ser realizado de três maneiras. A mais simples, se tratando de peças pequenas, como retalhos, por exemplo, são feitas a mão, isto é, o próprio operador ao encontrar a peça para ser cortada, a retira do estoque e leva até sua máquina.

O modo mais frequente, se tratando dos aços de perfil redondo, é o transporte através do pórtico rolante, mostrado na Figura 13, uma estrutura tracionada por motores, apoiada em trilhos também que são guiadas por um transportador através de uma botoeira, pendente móvel ligada por cabo. Cada pórtico tem sua capacidade de carga especificada pelo fabricante, e que variam de acordo com a necessidade da empresa.

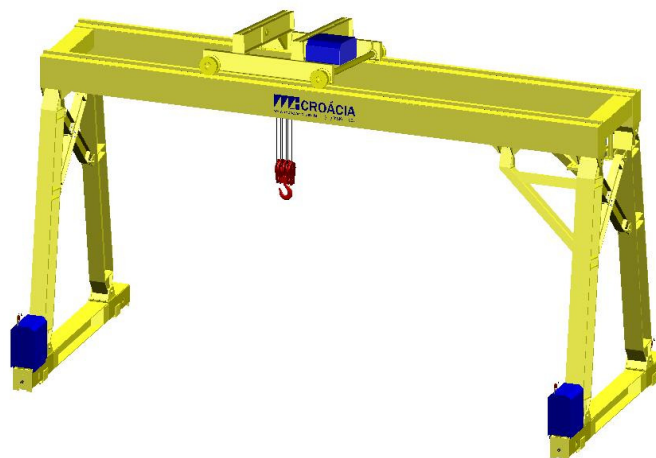


Figura 13 - Pórtico rolante

Na Açofran, o setor 02 conta com dois pórticos, um de capacidade de 1500 kg e outro com capacidade de 1000 kg. Já o setor 01 está equipado com um pórtico de capacidade 15000 kg. Todos eles fornecidos pela mesma empresa. Eles tem como característica uma velocidade média de 1km/h.

Para se prender o material no pórtico são necessários a utilização de alguns equipamentos, como talhas manuais, que são compostas por um gancho com correntes. Outro acessório é o imã. Estes equipamentos são utilizados de acordo com a carga transportada. O primeiro para cargas maiores e o segundo para peças de peso reduzido.

3.2.2 MAQUINÁRIO

As máquinas que realizam o corte de aço na Açofran são do tipo de serra de fita (Figura 14), isto é, são máquinas ferramenta cuja fita de serra se movimenta continuamente, pela rotação de volantes e polias acionadas por um motor elétrico. Tal serra tem uma versatilidade de trabalho muito grande, podendo realizar quaisquer tipos de cortes retos ou irregulares, tais como círculo e ondulações. Sua estrutura é composta por chapas soldadas, a mesa e os volantes são de ferro fundido e as demais partes de aço carbono. As máquinas de fita podem ser do tipo vertical ou horizontal.

Na empresa, três máquinas realizam o corte, a primeira, utilizada para peças de bitola (diâmetro) menor que 1”3/4, ou seja, menor que 44,45 cm. A máquina em questão é do modelo SF 250.A da fabricante Franho, uma serra de fita horizontal basculante (Figura 17). Essa máquina possui as características apresentadas na Tabela 03.



Figura 14 - Serra de Fita Horizontal

Tabela 3 - Características SF 250.A

Capacidade de corte redondo	Ø250 mm
Capacidade de corte retangular	250 x 280 mm
Potencia do motor	4 cv
Velocidade de corte	20-95 m/min.
Altura de trabalho	550 mm
Espaço ocupado	1840 x 2205 mm
Altura total	1560 mm
Peso aproximado	1100 kg



Figura 15 - Máquina Modelo SF 250. A

Além dessa máquina, para o corte de aços de perfil redondo, estão disponíveis na empresa duas máquinas semelhantes, também fornecidas pela Franho, do modelo SF320.A, utilizada para o corte de todos os tamanhos de bitola, que excedam os 44,5 cm. Estas duas máquinas possuem comando automático, isto é, quando se deseja cortar mais de uma peça de uma barra, basta programar a máquina para as dimensões das peças, quantidade das mesmas e posicionar a barra na máquina.



Figura 16 - Máquina Modelo SFC 320.A

Características da máquina:

Tabela 4 - Características SFC 320.A

Capacidade de corte redondo	Ø320 mm
Capacidade de corte retangular	320 x 320 mm
Potencia do motor	7,5 cv
Velocidade de corte	17-90 m/min.
Altura de trabalho	710 mm
Espaço ocupado	3450 x 2390 mm
Altura total	2140 mm
Peso aproximado	2600 kg

3.3 TEMPOS DE PREPARAÇÃO DE CORTE

O *set-up* de uma máquina está ligado diretamente a duas proposições, qual aço será o próximo a ser cortado numa determinada máquina e qual a localização desse aço no depósito. Como apresentado anteriormente, os aços já estão posicionados próximos às máquinas

responsáveis pelo seu corte, assim, foi calculado o tempo médio para retirada do material atual da máquina, transporte da barra de aço a ser cortada até a máquina, posicionamento da peça na máquina e ajustes finos para obter precisão no corte. O tempo médio nessa operação foi de aproximadamente 3 minutos.

Dessa forma, se uma barra esta na máquina, o set-up para a próxima ordem de corte pode ser zero, caso o material a ser cortado nesta ordem de corte seja o mesmo da anterior com a mesma medida de bitola, ou pode ser três para um aço de tipo diferente ou de bitola diferente.

Existem paradas para manutenção e troca de serra em que a duração da parada é muito maior que estas para troca de material, mas como a vida útil de um serra é relativamente alta (aproximadamente 1 mês) e manutenções na máquina ocorrem uma vez por semestre, este tipo de set-up não é levado em consideração na programação.

3.4 PLANEJAMENTO DO CORTE

Entende-se por planejamento do corte, o estudo feito sobre como melhor aproveitar o material a ser cortado, uma vez que o corte gera sobras de material, que deverá ser reutilizado ou então encaminhado para a sucata, gerando perda para a empresa.

Na Açofran não existe nenhum método formal para a realização do corte. Os responsáveis pelos setores de produção têm autonomia para intuitivamente definirem qual barra será cortada e como será cortada.

Segundo esses responsáveis, a empresa preza pela máxima utilização das barras, e dessa forma, eles fazem o possível para o aproveitamento mais eficiente do material. Isso pode ser evidenciado pelas ordens da diretoria já mencionadas, sobre as preferências ordenadas para busca

do material, que deve ser primeiramente feita no estoque de retalhos, depois no estoque de peças já cortadas e por último nas barras inteiras.

Apesar disso, a perda de material na empresa ainda é muito grande. Dados de 2007 apontam que aproximadamente 40,5 toneladas foram sucateadas. A última análise feita em inventário (Agosto 2009) aponta para a presença de aproximadamente 25 toneladas de retalhos em estoque, que podem ser somadas as mais de 16 toneladas de material sucateado no ano de 2009. Comprado a aproximadamente R\$12/kg (preço médio) e vendido a R\$2/kg o que resulta numa perda, neste ano até Agosto, de R\$160 mil.

3.5 O PROCEDIMENTO DE CORTE

Uma vez encaminhado o pedido para a máquina, o cortador é responsável por encaminhar o material para sua máquina. Primeiramente, o material será procurado por esse operador nos estoques da empresa, e então, caso a peça não possa ser transportada por ele, deve ser indicada a peça para o operador de ponte para que este se encarregue pela movimentação da mesma até a máquina indicada.

Com o material ainda suspenso pela ponte rolante, o operador deve posicionar a peça na máquina para alinhá-la com a serra, visando um corte uniforme e transversal ao eixo da peça. Ele tem como ferramenta de apoio a própria morsa da máquina, usada para fixar a peça durante o corte.

Estando a peça alinhada, o operador realiza o ultimo conjunto de operações, a mensuração para posicionar a peça diante da serra na medida do comprimento desejado. Feito isso, ele regula a pressão de corte e a velocidade de corte da serra. A pressão de corte está ligada a velocidade de avanço da serra sobre a peça, já a velocidade de corte esta ligada a velocidade linear horizontal da serra.

Após estes procedimentos, o operador liga a ejeção do líquido lubrificante sobre o local onde esta sendo realizado o corte na peça e ativa o sistema de corte da máquina.

Na medida em que a peça é cortada, o operador deve estar atento ao corte por algumas razões, como segurança e conformidade da peça, mas também para controlar o tempo de corte do material. Com o pedido em mãos e uma tabela teórica de índices de corte, o operador é capaz de calcular o tempo teórico que a máquina realizaria o corte da peça. Com esse tempo teórico, ele deve ir ajustando a pressão da serra, ao longo do corte. Se ele perceber que o tempo será acima do tempo calculado, deve aumentar a pressão, se perceber que o tempo está muito abaixo, deve reduzir, visando a manutenabilidade da serra.

Terminado o corte, um responsável do depósito recolhe o material pronto junto com os possíveis retalhos e peças geradas, pesa todos e encaminha para os respectivos estoques finais, seja de produtos acabados seja o estoque de peças ou retalhos.

Podemos verificar os índices de corte dos materiais de perfil redondo, cortados na empresa, na Tabela 5.

Tabela 5 - Índices de Corte

Aço / Bitola	0-13	13-25	25-50	50-125	125-250	250-600	600
1020RD	58	71	77	97	77	65	52
1045RD	39	45	52	58	58	45	34
1060RD	32	39	45	52	45	39	34
420RD	13	19	19	26	26	19	14
APCRD	19	19	19	0	0	0	0
APWRD	19	19	19	0	0	0	0
VD2RD	13	13	19	19	19	13	9
D2RD	13	13	19	19	19	13	9
VC131RD	13	13	19	19	19	13	9
VH13RD	13	19	19	26	26	19	14
H13RD	13	19	19	26	26	19	14
D6RD	13	13	19	19	19	13	9
H13IMRD	13	19	19	26	26	19	14
K5RD	13	19	19	19	19	13	9

M2RD	19	19	19	26	26	19	14
VWM2RD	19	19	19	26	26	19	14
P20RD	13	19	19	26	26	19	14
VCORD	19	32	39	39	26	19	13
VF800RD	13	13	19	19	19	13	10
VMORD	26	32	45	52	45	19	14
VNDRD	19	32	39	39	26	19	14
VW3RD	13	19	19	26	26	19	14
4140RD	26	39	45	52	45	32	23
4320RD	32	39	45	58	45	39	34
4340RD	26	39	45	52	45	39	34
VM40RD	26	39	45	52	45	39	34
52100RD	13	19	26	32	32	26	21
6150RD	26	39	45	52	45	39	34
8620RD	39	45	52	58	45	39	34
8640RD	26	39	45	52	45	39	34
VB40RD	26	39	45	52	45	39	34
304RD	19	26	26	26	19	19	14
5160RD	26	39	45	52	45	39	34

Fonte: Serras de Fita Starrett

Dessa forma, pode-se descrever a operação através de ciclos básicos a seguir:

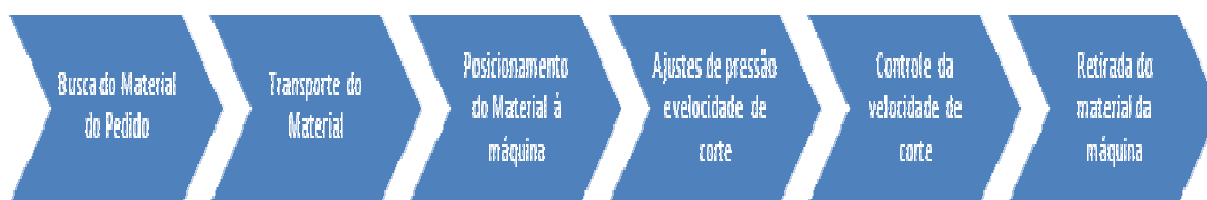


Figura 17 - Fluxograma do procedimento de corte

3.6 DESCRIÇÃO DO PROCESSAMENTO DO PEDIDO

A Açofran trabalha sob um sistema de encomendas de peças, ou seja, o cliente designa todas as características do material e este pedido é solicitado através de uma ordem de pedido. Essa estratégia de produção se alinha com o MTO (Make to order) e é evidenciado em diversos aspectos da produção.

3.6.1 RECEBIMENTO DO PEDIDO

Inicialmente, a empresa recebe do cliente um pedido, via fax ou telefone, que contém todas as especificações do produto (peças), tais como tipo do aço, quantidade de peças e medidas, além de outras informações relevantes como outros tratamentos térmicos ou químicos para a peça, por exemplo.

Ao informar sobre o produto desejado, o vendedor checa os estoques através do sistema de informação da empresa, para verificar a existência do material, em caso positivo, o próprio vendedor orça todo o material desejado e repassa ao cliente.

Caso não haja mais material em estoque, ele realiza uma cotação com os principais fornecedores do produto especificado, os quais podem atender o cliente nos prazos estabelecidos pela empresa e assim, o vendedor repassa ao cliente um orçamento total para informá-lo o preço final e o prazo estabelecido.

Os prazos estipulados pela empresa advêm de uma média histórica de vendas que se adéqua bem às necessidades dos clientes da empresa. Atualmente, quando um pedido passa apenas por processamento interno, ou seja, não depende da compra de material externo, o prazo para retirada do pedido é de três dias úteis. Caso haja a necessidade de compra de material externo, ou seja, realização de repasse, o prazo médio estipulado pela empresa é de três a cinco

dias para materiais de perfil redondo, este prazo é baseado no tempo de recebimento do material do fornecedor, que varia entre dois a cinco dias.

Caso o orçamento esteja de acordo com o cliente ele então confirma o pedido. Se o cliente tiver algum problema com o orçamento ou com o prazo estipulado, o vendedor tentará negociar com o cliente para que cheguem a um comum acordo. Assim, com o pedido confirmado, o vendedor processa uma ordem de pedido.

3.6.2 A ORDEM DE PRODUÇÃO (PEDIDO / ORDENS DE CORTE)

Basicamente, a o pedido é o meio de informação responsável por todo o acompanhamento do processamento da encomenda realizada desde a confirmação do pedido pelos vendedores, até a entrega final ou retirada dos produtos acabados.

O pedido está dividido em duas partes. A primeira contém os dados relativos para o setor financeiro, tal como quantidade vendida, preço acordado, valores de faturamento, prazo de entrega e vendedor responsável, além dos dados relativos ao cliente. Já na segunda parte, estão as informações relativas ao processamento interno do material, tal como bitolas, especificações de tratamentos necessários, tipo de aço, além dos campos nos quais deverão ser preenchidas medidas relativas ao corte, como peso da peça acabada, peso do material que retorna ao estoque e também máquina onde foi realizada a operação e cortador responsável.

Esse pedido funciona como controle interno, para diferentes áreas e setores, como por exemplo, administração, vendas, controle da produção, chão de fábrica, financeiro e até transporte. Para a administração ele atua como checagem geral, para as vendas ele serve como confirmação de pedido, para o controle ele é o responsável por garantir o correto andamento da produção, propriamente dita, da empresa. Para o chão de fábrica ele funciona como identificação de materiais a serem produzidos e como checagem de características finais do produto, para o faturamento ele representa o fechamento do pedido e para o transporte externo ele serve como

identificação do produto a ser entregue ao cliente correto. Para a qualidade o pedido é a base para formulação de todos indicadores de processo, pontualidade e conformidade.

3.6.3 O FLUXO DO PEDIDO

Ao ser confirmado o pedido, o vendedor imediatamente já realiza impressão das duas partes do pedido, e em caso de repasse (compra externa de material), imprime também duas vias de uma ordem de compra, que é mantida em anexo com o pedido.

A primeira parte do pedido é enviada para a diretoria para uma checagem geral da margem de venda (markup). Já a segunda parte é anexada à segunda via da ordem de compra e assim são enviadas para o chão de fábrica para iniciar o corte do material. Após o markup, a primeira parte do pedido é então encaminhada para o responsável pelo controle.

A segunda parte do pedido é recebida na produção e de acordo com o tamanho dos materiais a serem cortados, os pedidos são divididos entre os responsáveis de cada setor.

O responsável pela área define em qual máquina o produto será cortado e designa assim um operador para realizar o corte. Ao encontrar o material, ele faz uma previsão de quando deverá estar pronto o produto final, assim ele anota essa informação, junto com o número de bloco do material, na segunda parte do pedido.

Ao finalizar o corte da peça, um ajudante remove as peças acabadas e remanescentes e as transporta para o depósito onde o material é pesado e posicionado para ser enviado ou retirado. Esse peso é anotado na segunda parte do pedido que é então encaminhada para o setor de faturamento. Uma vez faturado o pedido, as duas partes do pedido são descartadas e é gerada uma nota fiscal.

3.6.4 CONTROLE DO PEDIDO

O gerenciamento do pedido é uma função pouco desenvolvida na empresa, que conta com um responsável pelo controle. E ele quem deve verificar em que estágio se encontra o pedido, seja no escritório, seja na fábrica.

A partir do momento em que é emitido o pedido, a segunda parte é repassada para a fábrica pelo responsável pelo controle. Uma vez que as informações desse pedido se encontram em grande parte inseridas no sistema de informação, é através dessa ferramenta que é feita parte do gerenciamento do controle.

O principal objetivo dessa atividade é controlar a situação dos pedidos, para verificar se o processamento do pedido está ocorrendo dentro dos prazos estipulados. Esse controle é realizado em diversos momentos do processamento do pedido.

A primeira fase do controle do pedido consiste na verificação da previsão de corte, estabelecida pelos operadores. Então todas as previsões são reunidas e o responsável pelo controle estabelece uma previsão para o pedido. Essa previsão é repassada aos vendedores, que conferem se ela se encontra dentro do acordado com o cliente.

Quando algum pedido apresenta previsão fora do prazo fixado, primeiramente o responsável pelo controle leva a exigência até o responsável pelo setor do chão de fábrica. Se realmente o prazo não puder ser cumprido pela fábrica, o responsável pelo controle informa os vendedores, para que estes renegociem os prazos com os clientes.

Por fim, um último tipo de consulta com o responsável pelo controle é feito quando um cliente ou um próprio vendedor precisa saber em que situação se encontra um pedido. Por exemplo, o vendedor pode acessar o ERP e verificar que um pedido se encontra parcialmente faturado, isso significa que parte do pedido está concluída e parte não. Para saber se um

determinado item do pedido está pronto e pode ser retirado, o vendedor deve levar a questão até o responsável pelo controle para que este realize uma conferência dos dados.

Um grande problema é que esta rotina é realizada em grande parte fora do sistema de informação, de maneira manual e muitas vezes ineficiente, pois fica na dependência de um funcionário carregar planilhas do escritório para a fábrica e vice-versa. Além disso, há uma carência de informação quanto a real situação do pedido na própria fábrica, muitas vezes obrigando o próprio vendedor a descer e conversar pessoalmente com o responsável pelo setor.

3.7 SISTEMA DE INFORMAÇÃO ERP

A empresa passa atualmente por um processo de implantação de um sistema integrado de gestão do tipo ERP (Enterprise Resource Planning). Esses sistemas têm como objetivo a integração entre todos os setores da empresa, como o setor financeiro, administrativo, comercial e até a manufatura, o setor produtivo. Geralmente, um sistema ERP trabalha com uma base de dados comum, onde estão armazenadas todas as informações e processos de trabalho da empresa.

Na Açofran, o sistema vem sendo implantado por uma empresa externa, especializada em sistemas gerenciais. O software tem todo seu banco de dados feito em Oracle, e leva o nome de Gestão Web. Estão reunidos nesse sistema informações de estoque da empresa, pedidos de compra e venda de material, receita e faturamento da empresa, fluxo de caixa, contabilidade entre outros processos. Não existe nesse sistema um módulo relativo à manufatura ou a área de produção, o que justifica o desenvolvimento realizado neste trabalho.

Um dos módulos existentes desse sistema que interfere diretamente no sistema produtivo é o de gestão de estoques, onde é possível buscar informações sobre tipo do aço, bitolas, perfis, número de bloco (lote) bem como datas de entrada e saída de material.

FINPAC - CONTROLE DE ESTOQUE

Configuração Cadastros Estoque Requisição Processo Inventário Recebimento Consulta Relatório IN-68 Janela ?

ACOFRAN ACOS E METAIS LTDA ACOFRAN ANDRE 25/09/2009

Você não possui pendências.

POSICAO ESTOQUE POR LOTE

Anterior Próximo Filtro Consultar Cancelar Imprimir Sair

Almox PRINCIPAL ☐ Omitir Saldos Zerados

	Cod Material	Descricao Material	Lote	Qtd Lote	Dt Entrada	Dt Validade
	VNDRD	VNDRD	101.60V-0124	566,6	01/04/2009	01/01/2200
	VNDRD	VNDRD	101.60V-0125	0	01/04/2009	01/01/2200
	VNDRD	VNDRD	101.60V-0126	0	01/04/2009	01/01/2200
	VNDRD	VNDRD	101.60V-2313	68,2	25/05/2009	01/01/2200
	VNDRD	VNDRD	107.95V-0002	0	01/04/2009	01/01/2200
	VNDRD	VNDRD	107.95V-0003	0	01/04/2009	01/01/2200
	VNDRD	VNDRD	114.30V-0074	29,3	01/04/2009	01/01/2200
	VNDRD	VNDRD	114.30V-0075	0	01/04/2009	01/01/2200
	VNDRD	VNDRD	114.30V-0076	0	01/04/2009	01/01/2200
	VNDRD	VNDRD	114.30V-3152	437,8	26/06/2009	01/01/2200
	VNDRD	VNDRD	12.70V-0041	5,5	01/04/2009	01/01/2200
	VNDRD	VNDRD	12.70V-0042	56,8	01/04/2009	01/01/2200

Material

Figura 18 - Controle de Estoque

É importante ressaltar que neste sistema inteiro de gestão adotado na Açofran, no caso dos aços de perfil redondo, o estoque é gerido de acordo com três características, primeiro o tipo de aços, segundo a bitola e por fim a quantidade desse aço de bitola especificada, medida em peso. Não existe um controle de quantidade de peças por comprimento. Como se pode observar na figura 18, na coluna “lote” tem-se a bitola do material seguida do seu número de lote. Para a realização das vendas, na maioria dos casos, os vendedores calculam o comprimento das peças de acordo com o peso específico do material, quando surge alguma dúvida os próprios vendedores ligam no depósito para conferência.

Já a gestão de orçamentos é o modulo responsável pela emissão das ordens de corte, onde os vendedores emitem os pedidos. Nesse módulo, ao preencherem o formulário da requisição de ordem de corte (Figura 19), os vendedores devem informar o material a ser cortado, seu perfil, quantidade de peças, sua bitola e seu comprimento, no caso de material redondo, além de

preencher em qual tamanho de máquina o material deverá ser cortado (grande, média ou pequena). Nesse formulário, eles devem ainda inserir o nome do cliente, o prazo para término do pedido e se este pedido deverá ser retirado pelo cliente ou entregue pela Açofran. Feito isso, o sistema inclui automaticamente na ordem de corte, a data de emissão do pedido, o horário em que o pedido foi emitido e o vendedor responsável. É junto à emissão da ordem de corte que os vendedores preenchem a ordem de compra, caso não haja o material requisitado em estoque.

GESTAO DE ORCAMENTO - 1.0.01

Configuração Cadastros Processos Consultas Relatórios Janela ?

ACOFRAN ACOS E METAIS LTDA ACOFRAN - FILIAL - ACOFRAN ACOFRAN ANDRE 25/09/2009

Você não possui pendências.

Cadastro de Pedido

Novo Pág Ant Anterior Próximo Próx Pág Filtro Consultar Salvar Cancelar Imprimir Sair

Cliente: MEBUKI MEBUKI IND.COM EXP.LTDA Num Pedido: 10571

Representante: Fone: Vendedor: CIBELE

Comprador: LUIZ Fax: Situação: PRONTO FATURANDO

Dt Emissao: 25/09/2009 Dt Entrega: 25/09/2009 Tipo Saída: RETIRA Lista Preço:

Pedido Cliente: Endereços: Transportadora: Cond. Pgto: A VISTA

Observações Internas

Observações de Nota Fiscal

Item	Seq	Qtd	Un	Item	Aco	Perfil	Bit1	Bit2	Bit3	Peso	Ong	Acab	Maquina	Vlr Unitário	Un	Vlr Ipi	Vlr Total	Operacao
1	1	PC		420	RD	31,75	500	0	3,11	0				38,00	PC	1,90	38,00	E

F3 - Novo Item F4 - Exclui Item Acabam. Perfil

Ordem de Compra

Num OC	Fornecedor	Dt Previsao	Dt Compra	Aprovacao	Prioridade	Situacao

Total item 38,00

Figura 19 - Cadastro de Pedido

Com esses dados inseridos, o sistema permite a impressão da ordem de corte. Sua primeira parte é enviada para *markup* (conferência do orçamento para aprovação da margem de lucro do pedido) enquanto sua segunda parte encaminhada para a produção.

ACOFRAN ACOS E METAIS LTDA

Pedido Nº: 10585

Vendedor: **ADILSON** Prazo: **29/09/2009** ****ENTREGA****
Comprador: **DAVID** Bairro: **FREG. DO O**
Transp: Ped Cliente: **2566**

Observações: ****ENTREGA****

Item	Qtde	Un	Mat	Aço	Pf	Bit 1	Bit 2	Bit 3	Acabamento	OC
1	1	PC		VC131	RD 19.05	800	0			
Marcar na Peça: BP/PF-515										
	Bloco	Qtd. PCS	Peso	Peso p/ Ret	Peso p/ Suc	Máquina	Oper	Visto		
2	1	PC		VC131	RD 15.87	300	0			
Marcar na Peça: BP-515										
	Bloco	Qtd. PCS	Peso	Peso p/ Ret	Peso p/ Suc	Máquina	Oper	Visto		
3	1	PC		VC131	RD 25.4	300	0			
Marcar na Peça: BP/PF-515										
	Bloco	Qtd. PCS	Peso	Peso p/ Ret	Peso p/ Suc	Máquina	Oper	Visto		
4	4	PC		VC131	RD 82.55	35	0			
Marcar na Peça: PR-515										
	Bloco	Qtd. PCS	Peso	Peso p/ Ret	Peso p/ Suc	Máquina	Oper	Visto		
5	4	PC		VND	RD 88.9	35	0			
Marcar na Peça: PRF-517										
	Bloco	Qtd. PCS	Peso	Peso p/ Ret	Peso p/ Suc	Máquina	Oper	Visto		

M

Figura 20 - Ordem de Corte / Pedido

Com os dados do pedido armazenados no sistema, a rede instalada na empresa permite a importação de uma planilha em Excel com esses dados (Figura 21), necessários para a programação da produção, além do status do pedido, com as posições indicadas na Tabela 6:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	PEDIDO	VENDEDOR	TIPO ESTOQUE	COD MATERIAL	BIT 1	BIT 2	BIT 3	PECAS	DT EMISSAO	PRAZO	SITUACAO
94	2559	TADEU	ESTOQUE	5160RD	50,8	500	0	1	13/05/2009 00:00	14/05/2009 00:00	AGUARDAND
95	2559	TADEU	ESTOQUE	1045RD	50	500	0	1	13/05/2009 00:00	14/05/2009 00:00	AGUARDAND
96	2559	TADEU	ESTOQUE	4140RD	69,85	300	0	1	13/05/2009 00:00	14/05/2009 00:00	AGUARDAND
102	3031	TADEU	COMPRAS	6150RD	25,4	1000	0	1	20/05/2009 00:00	21/05/2009 00:00	CADASTRAD
105	3329	TADEU	ESTOQUE	1045RD	69,85	968	0	2	25/05/2009 00:00	27/05/2009 00:00	CADASTRAD
106	3329	TADEU	REPASSE	1045RD	63,5	928	0	4	25/05/2009 00:00	27/05/2009 00:00	CADASTRAD
107	3329	TADEU	REPASSE	1045RD	63,5	968	0	3	25/05/2009 00:00	27/05/2009 00:00	CADASTRAD
108	3329	TADEU	REPASSE	1045RD	63,5	1203	0	1	25/05/2009 00:00	27/05/2009 00:00	CADASTRAD
111	3769	CIBELE	ESTOQUE	VC52RD	19,05		0	7	01/06/2009 00:00	01/06/2009 00:00	CADASTRAD
113	5174	TADEU	ESTOQUE	VC131RD	362	29	0	1	24/06/2009 00:00	25/06/2009 00:00	CADASTRAD
114	3952	TADEU	ESTOQUE	VC131RD	461	65	0	2	03/06/2009 00:00	05/06/2009 00:00	CADASTRAD
115	6152	ADILSON	ESTOQUE	VH13RD	76,2	910	0	1	13/07/2009 00:00	13/07/2009 00:00	CADASTRAD
116	4098	VALDEMIR	ESTOQUE	VNDRD	101,6	150	0	4	05/06/2009 00:00	05/06/2009 00:00	CADASTRAD
121	5012	TADEU	ESTOQUE	APW RDRD	3,5	3000	0	3	22/06/2009 00:00	23/06/2009 00:00	CADASTRAD
122	5715	CIBELE	ESTOQUE	VC131RD	127	500	0	1	03/07/2009 00:00	03/07/2009 00:00	CADASTRAD
123	5616	ADILSON	ESTOQUE	APWRD	10	3000	0	1	02/07/2009 00:00	02/07/2009 00:00	CADASTRAD
125	4955	TADEU	ESTOQUE	VNDRD	22,22	1000	0	2	19/06/2009 00:00	22/06/2009 00:00	CADASTRAD
133	4430	TADEU	ESTOQUE	CPM4RD	19	530	0	10	12/06/2009 00:00	16/06/2009 00:00	CADASTRAD
135	4430	TADEU	ESTOQUE	APWRD	6	5000	0	1	12/06/2009 00:00	16/06/2009 00:00	CADASTRAD
136	4430	TADEU	ESTOQUE	APWRD	8	5000	0	1	12/06/2009 00:00	16/06/2009 00:00	CADASTRAD
137	4430	TADEU	ESTOQUE	APWRD	10	5000	0	1	12/06/2009 00:00	16/06/2009 00:00	CADASTRAD
138	4430	TADEU	ESTOQUE	APWRD	12	5000	0	1	12/06/2009 00:00	16/06/2009 00:00	CADASTRAD
139	4430	TADEU	ESTOQUE	VWM2RD	13	500	0	10	12/06/2009 00:00	16/06/2009 00:00	CADASTRAD
140	4430	TADEU	ESTOQUE	VWM2RD	16	500	0	5	12/06/2009 00:00	16/06/2009 00:00	CADASTRAD
141	4430	TADEU	ESTOQUE	VWM2RD	25	500	0	2	12/06/2009 00:00	16/06/2009 00:00	CADASTRAD

Figura 21 - Planilha Excel para programação

Tabela 6 - Status do Pedido

POSIÇÃO	SITUAÇÃO
Cadastrado	O pedido foi emitido, mas ainda não programado para corte
Cortando	A ordem de pedido foi programada e já encaminhada à máquina
Aguardando outro pedido	O pedido aguarda outro pedido ser concluído para ser faturado
Faturando	A ordem de pedido foi concluída e aguarda no setor de faturamento
Faturado	Pedido encerrado
Cancelado	O pedido foi cancelado em algum momento

4. PROPOSTA DE MELHORIA PARA SISTEMA DE CONTROLE E PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO

Será desenvolvida neste capítulo uma solução para o problema de programação de corte estudado neste trabalho. No capítulo anterior, foi feita uma análise completa dos processos envolvidos no sistema produtivo da empresa, focando-se nas atividades relacionadas ao planejamento e a produção propriamente dita. É a partir dessa análise que a proposta de solução deve ser implementada, tomando como base a fundamentação teórica.

É a partir do estudo bibliográfico também que se extrairão alguns modelos de sequenciamento de ordens e otimização de corte, que sofrerão algumas adaptações para melhor se adequarem ao ambiente da empresa. Assim, o modelo desenvolvido contemplará todas as restrições e limitações da empresa e, dessa forma, o trabalho poderá ser implementado de maneira integral

O modelo de sequenciamento deverá ser testado antes de oficializado, através de uma série de simulações com dados passados e atuais. Ou seja, se realizará uma verificação de sua eficácia para posteriores alterações e aprimoramentos. Dessa forma, ao se implementar a solução os resultados deverão se aproximar das expectativas para o desenvolvimento deste trabalho.

4.1 PREMISSAS DA SOLUÇÃO

O modelo a ser desenvolvido deve prezar pelo cumprimento de dois objetivos básicos: primeiro, a redução dos atrasos de produção, isto é, terminar as ordens de produção dentro dos prazos determinados pelos vendedores, dentro de um novo sistema de política de prazos da empresa. O segundo, a redução na geração de retalhos e materiais cujo reaproveitamento é muito difícil, obtido através de um melhor aproveitamento as barras inteiras e pedaços cortados.

Basicamente, o segundo objetivo deverá ocorrer como consequência do primeiro, uma vez que com a programação da produção, a carteira de pedidos será segura por um determinado período, isto é, as ordens de corte só serão enviadas para as máquinas após certo período de

espera, para se realizar o sequenciamento das mesmas, e com isso pode se ter uma previsão do material que será cortado nesse certo período e com isso, poderá otimizar o aproveitamento de um material que será cortado em mais de um pedido.

O primeiro grande aspecto a ser elaborado para o sequenciamento da produção é a grandeza de tempo, ou seja, quando será feita a programação, para quando será programado o sequenciamento e se será programado de trás para frente ou vice-versa, tomando-se as datas de entrega dos pedidos como referência.

Assim, para obtenção dessas definições, uma série de características deve ser considerada:

- Dinamismo no setor de vendas da empresa, onde pedidos são feitos durante toda a jornada de trabalho dos vendedores da empresa, ou seja, ordens de produção são emitidas durante as 8 horas de trabalho;
- A empresa trabalha com prazo de até três dias úteis para corte do material em estoque e cinco dias úteis para materiais vindos de repasse externo (materiais com os quais a empresa não trabalha, materiais que a empresa não possui em estoque no momento ou materiais que necessitam passar por processamento térmico);
- O prazo acima é definido após a verificação de disponibilidade de material em estoque, no momento em que o cliente realiza a cotação com o vendedor;
- Os cortes de material têm uma média de duração baixa, em torno de 5 a 20 minutos, dependendo do material, do tamanho do corte e da localização das barras em estoque;
- O mercado para o qual a Açofran é fornecedora exige rapidez e pontualidade na entrega dos pedidos;

- Alguns clientes fazem pedidos emergenciais que devem estar prontos para retirada em prazos menores que o usual e que obrigatoriamente devem passar por uma aprovação da diretoria;

Dessa forma, os parâmetros adotados pela solução escolhida devem considerar todos esses fatores para não inviabilizar a sua implementação.

Assim sendo, a programação e reprogramação da produção, isto é, o recolhimento dos pedidos e sequenciamento dos mesmos nas máquinas acontecerão ao final de cada dia. Desse modo, as ordens de corte que forem emitidas pelos vendedores no período da manhã e da tarde serão programados ao final do dia em que o pedido foi emitido.

Apesar desse método de frequência de programação da produção suprir quase toda a necessidade da Açofran, existem pedidos que inviabilizem o sequenciamento futuro, pois exigem prazos mais curtos. Em alguns casos raros, pedidos são emitidos pela manhã com material para ser cortado até o final da tarde. Nesses casos, a ordem de pedido deverá ser inserida no sequenciamento do próprio período quando o pedido é emitido. Para tanto, será apresentado a seguir um método de priorização de pedidos na programação.

Em nível de produção, os consumidores da empresa têm igual importância, e desse modo, não existe prioridades para clientes maiores, clientes novos, clientes de maior faturamento para a empresa ou cliente que comprar com maior frequência. Para o sequenciamento, a prioridade para todos esses clientes será indiferente.

Quanto à prioridade, as ordens de corte que são emitidas pela manhã devem ganhar prioridade frente às emitidas no período da tarde, ou seja, em prazo normal, a ordem emitida no período da manhã deverá ser concluída no mais tardar no período matutino do terceiro dia útil, após sua emissão. Da mesma forma, para pedidos cadastrados no período vespertino, na tarde do terceiro dia útil após emissão do pedido deverá estar concluído.

Esse tipo de sequenciamento da produção se aproxima da técnica MDE (menor data de entrega), ou seja, de acordo com os prazos dos pedidos. Um prazo menor tem preferência frente a um prazo maior.

Visando a utilização de uma programação e um controle da produção informatizados em sua quase totalidade do processo, um software para esse trabalho deveria ser escolhido.

Basicamente, os requisitos iniciais para análise do software são os próprios requisitos para o programa funcionar nos computadores da empresa. Uma vez que os computadores da empresa são bem novos e com memórias e capacidade de armazenamento de dados muito alta, esse tipo de restrição não afeta na escolha do software.

Para a escolha do software para realização do sequenciamento adotou-se alguns critérios. O primeiro foi a questão financeira, uma vez que a empresa não estava disposta a fazer um investimento maior sem um sistema já instalado que garantisse que o processo de programação da produção levasse a uma maior economia.

O segundo fator de importância elevada toma o lado da praticidade de se trabalhar com um software que tenha fácil adaptação ao ERP da empresa. Um software que possa tanto importar os dados como também enviar dados, se tratando de um ERP de base Oracle.

Desse modo a solução encontrada que atendia a todos esses quesitos foi a elaboração de um programa em Excel, através de uma programação em VBA (Visual Basic for Applications). Uma vez que a empresa já opera com o sistema de ferramentas Office 2007 e a troca de informações entre tal programa e o sistema ERP da Oracle é relativamente simples.

4.2 MODELAGEM DO SEQUENCIAMENTO

4.2.1 GERENCIAMENTO DO PROCESSO NA SOLUÇÃO PROPOSTA

Com a criação de um processo formal de sequenciamento dos pedidos na empresa, o macro processo de corte, que envolve desde a emissão do pedido até a pesagem do material, sofrerá alterações para melhor se adequar a nova estrutura do processamento.

As primeiras etapas têm papel fundamental no funcionamento e adequação do sistema de sequenciamento. Elas envolvem a impressão da ordem de corte e do encaminhamento da mesma até o setor de produção.

A primeira alteração deve ser realizada no pedido impresso, pois numa mesma pagina estão contidos materiais que serão cortados em diferentes locais do depósito. Porém, esse documento é importante para conferência do peso e de que o pedido está completo ou se falta algum item no pedido.

Dessa forma, a decisão tomada leva a criação de um novo documento para ser encaminhado aos operadores, no qual constem as informações necessárias para a realização do corte. Esse novo relatório deverá ser impresso não mais por pedido, mas sim por máquina.

Assim, cada operador recebe no início do dia uma carteira de pedidos das máquinas em que ele opera, indicando inclusive a ordem a serem cortados os pedidos. Esse documento será todo picotado, de maneira que se possa destacar a ordem de corte após o corte daquele material.

É importante ressaltar que antes do programador imprimir as carteiras de pedidos de cada máquina ele deverá conferir se todos os pedidos tiveram sua primeira parte impressa, checando pedido a pedido, visando evitar possíveis falhas do sistema de informação.

Após o corte de um determinado material, o operador destaca o picote desta ordem de corte do resto da carteira, e repassa esse picote contendo os dados do corte, diretamente para o programador. Este checa as informações do picote, ou seja, da ordem de corte, altera o status dessa ordem no programador, passando do status Previsto ou Atrasado para o status Concluído. A seguir, ele encontra o pedido para realização da pesagem. Uma vez pesado o material, com as informações já anotadas na segunda parte do pedido, o picote pode ser descartado.

Tendo o pedido concluído, a segunda parte do pedido já é encaminhada ao setor de faturamento para o prosseguimento no processo de conclusão do pedido, da mesma maneira como era antes realizado.

4.2.2 PROGRAMA PARA SEQUENCIAMENTO

Para a realização da programação, a etapa inicial consiste na obtenção dos dados do sistema ERP. Para isso, o programa deverá importar a planilha de dados citada no capítulo 3 deste trabalho. Isso é realizado pelo programa, gerando a planilha inicial.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	PEDID	VENDEDOR	TIPO ESTOQ	COD MATERI	BIT	BIT	BIT	PEG	DT EMISSA	PRAZO	SITUACAO			
2	1609	ADILSON	ESTOQUE	D6CH	100	100	100	1	24/4/2009	30/4/2009	CADASTRADO			
3	1731	TADEU	ESTOQUE	VM40CH	23	43	83	1	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
4	1731	TADEU	ESTOQUE	VC131CH	18	43	83	1	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			Importar Dados
5	1731	TADEU	ESTOQUE	VWM2CH	73	117	84	1	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
6	1731	TADEU	ESTOQUE	VWM2CH	73	18	109	30	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
7	1731	TADEU	ESTOQUE	VWM2CH	23	253	450	1	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
8	1731	TADEU	ESTOQUE	VWM2CH	23	253	418	1	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			Filtrar Dados
9	1731	TADEU	ESTOQUE	1045CH	68	253	450	1	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
10	1731	TADEU	ESTOQUE	1045CH	68	253	388	1	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
11	1731	TADEU	ESTOQUE	1045CH	93	33	38	1	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
12	1731	TADEU	ESTOQUE	1045CH	30	18	43	1	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
13	1731	TADEU	ESTOQUE	1045CH	114	27	43	1	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
14	1731	TADEU	ESTOQUE	VC131CH	168	27	68	2	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
15	1731	TADEU	ESTOQUE	VC131CH	7	25	63	4	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
16	1731	TADEU	ESTOQUE	VC131CH	8	19	53	1	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
17	1731	TADEU	ESTOQUE	VC131CH	8	25	63	3	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
18	1731	TADEU	ESTOQUE	1045CH	126	1006	1236	1	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
19	1731	TADEU	ESTOQUE	VM40CH	34	204	463	1	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
20	1731	TADEU	ESTOQUE	VM40CH	34	204	463	1	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
21	1731	TADEU	ESTOQUE	VM40CH	34	372	922	1	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
22	1731	TADEU	ESTOQUE	VM40CH	34	436	922	1	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
23	1731	TADEU	ESTOQUE	VC131CH	23	203	462	1	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
24	1731	TADEU	ESTOQUE	VC131CH	23	203	462	1	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
25	1731	TADEU	ESTOQUE	VC131CH	24	372	922	1	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
26	1731	TADEU	ESTOQUE	VC131CH	24	436	922	1	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			
27	1731	TADEU	ESTOQUE	VWM2CH	33	61	77	6	24/4/2009	5/5/2009	CADASTRADO			

Figura 22 - Importação dos Dados

Após a importação da planilha, deve ser solicitada uma filtragem dos dados, isto é, primeiro uma separação dos dados úteis ao problema dos inúteis. As ordens de corte de materiais chatos, materiais que vem pronto de repasse ou barras inteiras são descartados do sequenciamento aqui.

Uma segunda parte desse filtro, uma vez que restaram apenas as ordens de corte de perfis redondos, é responsável pela separação das ordens de acordo com a bitola do material. Os perfis de bitola menor ou igual a 44,5 mm são encaminhados a máquina 05. Já as ordens de corte de perfis maiores que essa bitola são distribuídas entre as máquinas 37 e 39.

Assim, por duas questões simples os materiais com bitola inferior a 44,5 mm serão exclusivamente cortados na máquina 05: a primeira, referente ao porte e a idade da máquina em questão, uma SF250 possui menor capacidade de diâmetro máximo a ser cortado do que as outras, além disso, ela é uma máquina mais antiga que as outras e dessa forma, deve-se poupá-la de realizar cortes de maior duração. A segunda, por uma questão de movimentação de materiais, o estoque dos materiais de bitola inferior a 44,5 mm se encontra próximo a esta máquina, fazendo com que o pré corte tenha um tempo reduzido, isto é, um menor setup.

Já as bitolas superiores a esse valor serão cortadas nas máquinas 37 e 39, uma vez que estas possuem maior capacidade de corte relativo ao diâmetro das peças. Além disso, elas são mais novas e automáticas, o que possibilita cortes de maior duração e cortes com número de peças elevada partindo de uma mesma barra, o que ocorre frequentemente com peças de bitola maior.

M1											
T.Corte											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	PEDIDO	VENDEDOR	TIPO_ESTOQUE	COD_MATERIAL	BIT_1	BIT_2	BIT_3	PECAS	DT_EMISSAO	PRAZO	SITUACAO
2	4955	TADEU	ESTOQUE	VNDRD	22,22	1000	0	2	19/6/2009	22/6/2009	CADASTRADO
3	4430	TADEU	ESTOQUE	APWRD	6	5000	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
4	4430	TADEU	ESTOQUE	APWRD	8	5000	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
5	4430	TADEU	ESTOQUE	APWRD	10	5000	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
6	4430	TADEU	ESTOQUE	APWRD	12	5000	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
7	4430	TADEU	ESTOQUE	VWM2RD	13	500	0	10	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
8	4430	TADEU	ESTOQUE	VWM2RD	16	500	0	5	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
9	4430	TADEU	ESTOQUE	VWM2RD	25	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
10	4430	TADEU	ESTOQUE	VWM2RD	32	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
11	4430	TADEU	ESTOQUE	VWM2RD	38	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
12	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	13	500	0	7	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
13	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	16	500	0	7	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
14	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	19	500	0	7	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
15	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	25	500	0	7	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
16	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	32	500	0	7	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
17	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	38	500	0	5	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
18	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	44	500	0	5	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
19	4430	TADEU	ESTOQUE	VC131RD	13	500	0	10	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
20	4430	TADEU	ESTOQUE	VC131RD	16	500	0	10	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
21	4430	TADEU	ESTOQUE	VC131RD	19	500	0	8	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
22	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	10	500	0	5	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
23	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	13	500	0	10	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
24	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	16	500	0	10	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
25	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	19	500	0	10	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
26	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	22	500	0	5	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
27	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	25	500	0	7	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO

Figura 23 - Ordens de Corte nas Máquinas 37 e 39

L1											
Indice											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	PEDIDO	VENDEDOR	TIPO_ESTOQUE	COD_MATERIAL	BIT_1	BIT_2	BIT_3	PECAS	DT_EMISSAO	PRAZO	SITUACAO
2	2559	TADEU	ESTOQUE	5160RD	50,8	500	0	1	13/5/2009	14/5/2009	AGUARDANDO OUTRO PEDIDO
3	2559	TADEU	ESTOQUE	1045RD	50	500	0	1	13/5/2009	14/5/2009	AGUARDANDO OUTRO PEDIDO
4	2559	TADEU	ESTOQUE	4140RD	69,85	300	0	1	13/5/2009	14/5/2009	AGUARDANDO OUTRO PEDIDO
5	3329	TADEU	ESTOQUE	1045RD	69,85	968	0	2	25/5/2009	27/5/2009	CADASTRADO
6	5174	TADEU	ESTOQUE	VC131RD	362	29	0	1	24/6/2009	25/6/2009	CADASTRADO
7	3952	TADEU	ESTOQUE	VC131RD	461	65	0	2	3/6/2009	5/6/2009	CADASTRADO
8	6152	ADILSON	ESTOQUE	VH13RD	76,2	910	0	1	13/7/2009	13/7/2009	CADASTRADO
9	4098	VALDEMIR	ESTOQUE	VNDRD	101,6	150	0	4	5/6/2009	5/6/2009	CADASTRADO
10	5715	CIBELE	ESTOQUE	VC131RD	127	500	0	1	3/7/2009	3/7/2009	CADASTRADO
11	4430	TADEU	ESTOQUE	VWM2RD	76	500	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
12	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	50	500	0	3	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
13	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	63	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
14	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	76	500	0	3	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
15	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	102	500	0	3	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
16	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	115	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
17	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	127	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
18	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	140	500	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
19	4430	TADEU	ESTOQUE	VNDRD	102	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
20	4430	TADEU	ESTOQUE	VNDRD	115	500	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
21	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	50	500	0	10	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
22	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	63	500	0	7	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
23	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	76,2	500	0	5	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
24	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	115	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
25	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	100	500	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
26	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	90	500	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO
27	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	126	500	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO

Figura 24 - Ordens de Corte em Máquina 05

Uma vez distribuídas as ordens de corte, o próximo passo é o cálculo do índice de corte para cada ordem. Esse índice é obtido através de uma tabela de apoio, os índices de corte (I_{corte}), dependem basicamente da bitola e do tipo do aço a ser cortado.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Tabela Velocidade de corte							
2	Aço	0	13	25	50	125	250	600
3	1020RD	58	71	77	97	77	65	52
4	1045RD	39	45	52	58	58	45	34
5	1060RD	32	39	45	52	45	39	34
6	420RD	13	19	19	26	26	19	14
7	APCRD	19	19	19	0	0	0	0
8	APWRD	19	19	19	0	0	0	0
9	VD2RD	13	13	19	19	19	13	9
10	D2RD	13	13	19	19	19	13	9
11	VC131RD	13	13	19	19	19	13	9
12	VH13RD	13	19	19	26	26	19	14
13	H13RD	13	19	19	26	26	19	14
14	D6RD	13	13	19	19	19	13	9
15	H13IMRD	13	19	19	26	26	19	14
16	K5RD	13	19	19	19	19	13	9
17	M2RD	19	19	19	26	26	19	14
18	VWM2RD	19	19	19	26	26	19	14
19	P20RD	13	19	19	26	26	19	14
20	VCORD	19	32	39	39	26	19	13
21	VF800RD	13	13	19	19	19	13	10
22	VMORD	26	32	45	52	45	19	14
23	VNDRD	19	32	39	39	26	19	14
24	VW3RD	13	19	19	26	26	19	14
25	4140RD	26	39	45	52	45	32	23
26	4320RD	32	39	45	58	45	39	34
27	4340RD	26	39	45	52	45	39	34

Figura 25 - Planilha de Índices de Corte

Calculado o índice, já se pode estabelecer o tempo de corte através da seguinte fórmula:

$$T_{corte} = \frac{\pi * \emptyset^2 * N_{peças}}{4 * I_{corte}}$$

Onde:

T_{corte} = Tempo de corte

\emptyset = Diâmetro da peça (Bitola)

$N_{peças}$ = Número de peças a serem cortadas

I_{corte} = Índice de Corte do Material para o determinado diâmetro da peça (Consultado na Planilha de Índices de Corte)

C12														fx		ESTOQUE	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N			
1	PEDIDO	VENDEDOR	TIPO_ESTOQUE	COD_MATERIAL	BIT_1	BIT_2	BIT_3	PECAS	DT_EMISSAO	PRAZO	SITUACAO	Indice	T.Corte				
2	4955	TADEU	ESTOQUE	VNDRD	22,22	1000	0	2	19/6/2009	22/6/2009	CADASTRADO	32	2,2				
3	4430	TADEU	ESTOQUE	APWRD	6	5000	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	2,0				
4	4430	TADEU	ESTOQUE	APWRD	8	5000	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	2,0				
5	4430	TADEU	ESTOQUE	APWRD	10	5000	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	2,0				
6	4430	TADEU	ESTOQUE	APWRD	12	5000	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	2,1				
7	4430	TADEU	ESTOQUE	VWM2RD	13	500	0	10	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	2,7				
8	4430	TADEU	ESTOQUE	VWM2RD	16	500	0	5	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	2,5				
9	4430	TADEU	ESTOQUE	VWM2RD	25	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	2,5				
10	4430	TADEU	ESTOQUE	VWM2RD	32	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	2,8				
11	4430	TADEU	ESTOQUE	VWM2RD	38	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	3,2				
12	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	13	500	0	7	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	13	2,7				
13	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	16	500	0	7	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	13	3,1				
14	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	19	500	0	7	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	13	3,5				
15	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	25	500	0	7	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	3,8				
16	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	32	500	0	7	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	5,0				
17	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	38	500	0	5	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	5,0				
18	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	44	500	0	5	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	6,0				
19	4430	TADEU	ESTOQUE	VC131RD	13	500	0	10	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	13	3,0				
20	4430	TADEU	ESTOQUE	VC131RD	16	500	0	10	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	13	3,5				
21	4430	TADEU	ESTOQUE	VC131RD	19	500	0	8	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	13	3,7				
22	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	10	500	0	5	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	26	2,2				
23	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	13	500	0	10	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	39	2,3				
24	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	16	500	0	10	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	39	2,5				
25	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	19	500	0	10	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	39	2,7				
26	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	22	500	0	5	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	39	2,5				
27	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	25	500	0	7	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	45	2,8				

Figura 26 - Tempo de Corte em MP (Máquina Pequena)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	O	P
1	PEDIDO	VENDEDOR	TIPO_ESTOQUE	COD_MATERIAL	BIT_1	BIT_2	BIT_3	PECAS	DT_EMISSAO	PRAZO	SITUACAO	Indice	T.Corte		
2	2559	TADEU	ESTOQUE	5160RD	50,8	500	0	1	13/5/2009	14/5/2009	AGUARDANDO OUTRO PEDIDO	52	2,4		
3	2559	TADEU	ESTOQUE	1045RD	50	500	0	1	13/5/2009	14/5/2009	AGUARDANDO OUTRO PEDIDO	58	2,3		
4	2559	TADEU	ESTOQUE	4140RD	69,85	300	0	1	13/5/2009	14/5/2009	AGUARDANDO OUTRO PEDIDO	52	2,7		
5	3329	TADEU	ESTOQUE	1045RD	69,85	968	0	2	25/5/2009	27/5/2009	CADASTRADO	58	3,3		
6	5174	TADEU	ESTOQUE	VC131RD	362	29	0	1	24/6/2009	25/6/2009	CADASTRADO	13	81,2		
7	3952	TADEU	ESTOQUE	VC131RD	461	65	0	2	3/6/2009	5/6/2009	CADASTRADO	13	258,8		
8	6152	ADILSON	ESTOQUE	VH13RD	76,2	910	0	1	13/7/2009	13/7/2009	CADASTRADO	26	3,8		
9	4098	VALDEMIR	ESTOQUE	VNDRD	101,6	150	0	4	5/6/2009	5/6/2009	CADASTRADO	39	10,3		
10	5715	CIBELE	ESTOQUE	VC131RD	127	500	0	1	3/7/2009	3/7/2009	CADASTRADO	19	8,7		
11	4430	TADEU	ESTOQUE	VWM2RD	76	500	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	26	3,7		
12	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	50	500	0	3	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	5,1		
13	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	63	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	5,3		
14	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	76	500	0	3	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	9,2		
15	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	102	500	0	3	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	14,9		
16	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	115	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	12,9		
17	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	127	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	15,3		
18	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	140	500	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	10,1		
19	4430	TADEU	ESTOQUE	VNDRD	102	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	39	6,2		
20	4430	TADEU	ESTOQUE	VNDRD	115	500	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	39	4,7		
21	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	50	500	0	10	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	52	5,8		
22	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	63	500	0	7	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	52	6,2		
23	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	76,2	500	0	5	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	52	6,4		
24	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	115	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	52	6,0		
25	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	100	500	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	52	3,5		
26	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	90	500	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	52	3,2		
27	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	126	500	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	45	4,8		

Figura 27 - Tempo de Corte em MG (Máquinas Grandes)

Uma vez calculado o tempo de duração do corte da peça, já se tem as informações necessárias para o processamento do sequenciamento.

Assim, a primeira separação para programação ocorre entre as diferentes medidas de bitola, como descrito acima. Uma vez divididos, as ordens de corte que forem encaminhadas para a máquina 05 são cortadas dependendo unicamente do prazo, ou seja, os pedidos com prazos reduzidos ocupam as primeiras posições no sequenciamento.

Para as outras duas máquinas, 37 e 39, o modelo de sequenciamento adotado foi uma combinação de alguns modelos. Primeiramente, os pedidos serão sequenciados segundo a data de entrega, isto é, os pedidos com prazos mais próximos da data atual serão os primeiros a serem cortados.

Depois de organizadas para serem sequenciadas, as ordens de corte devem ser encaminhadas para uma das duas máquinas. Em seguida, essas ordens serão distribuídas de forma a se ter a menor carga entre as máquinas, isto é, a ordem é sempre alocada na máquina com menor tempo total de ocupação, também chamado de carga da máquina. Por exemplo, se uma máquina a tem 2 horas somando os tempos de corte a serem realizados nela e uma máquina b tem 2 horas e 10 minutos de carga, o próximo pedido será obrigatoriamente alocado em a.

E assim, são distribuídos os pedidos. Além disso, o programa contém uma regra simples para redução do setup das máquinas, isto é, ele guarda numa memória qual foi o último aço cortado naquela máquina, e mesmo que a outra máquina tenha carga menor, este próximo aço será alocado na máquina que forneça maior economia de tempo, reduzindo o setup.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	PEDIDO	VENDEDOR	TIPO_ESTOQUE	COD_MATERIAL	BIT_1	BIT_2	BIT_3	PECAS	DT_EMISSAO	PRAZO	SITUACAO	Indice	T.Corte	Máquina	
2	2559	TADEU	ESTOQUE	5160RD	50,8	500	0	1	13/5/2009	14/5/2009	AGUARDANDO OUTRO PEDIDO	52	2,4	37	Calcul
3	2559	TADEU	ESTOQUE	1045RD	50	500	0	1	13/5/2009	14/5/2009	AGUARDANDO OUTRO PEDIDO	58	2,3	39	Indice
4	2559	TADEU	ESTOQUE	4140RD	69,85	300	0	1	13/5/2009	14/5/2009	AGUARDANDO OUTRO PEDIDO	52	2,7	39	Corte
5	3329	TADEU	ESTOQUE	1045RD	69,85	968	0	2	25/5/2009	27/5/2009	CADASTRADO	58	3,3	37	
6	5174	TADEU	ESTOQUE	VC131RD	362	29	0	1	24/6/2009	25/6/2009	CADASTRADO	13	81,2	39	
7	3952	TADEU	ESTOQUE	VC131RD	461	65	0	2	3/6/2009	5/6/2009	CADASTRADO	13	258,8	37	
8	6152	ADILSON	ESTOQUE	VH13RD	76,2	910	0	1	13/7/2009	13/7/2009	CADASTRADO	26	3,8	39	Calcul
9	4098	VALDEMIR	ESTOQUE	VNDRD	101,6	150	0	4	5/6/2009	5/6/2009	CADASTRADO	39	10,3	39	Temp
10	5715	CIBELE	ESTOQUE	VC131RD	127	500	0	1	3/7/2009	3/7/2009	CADASTRADO	19	8,7	39	de Co
11	4430	TADEU	ESTOQUE	VWM2RD	76	500	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	26	3,7	39	
12	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	50	500	0	3	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	5,1	39	
13	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	63	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	5,3	39	Distrib
14	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	76	500	0	3	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	9,2	39	Pedid
15	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	102	500	0	3	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	14,9	39	
16	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	115	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	12,9	39	
17	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	127	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	15,3	39	
18	4430	TADEU	ESTOQUE	VD2RD	140	500	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	19	10,1	39	
19	4430	TADEU	ESTOQUE	VNDRD	102	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	39	6,2	39	
20	4430	TADEU	ESTOQUE	VNDRD	115	500	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	39	4,7	39	
21	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	50	500	0	10	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	52	5,8	39	
22	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	63	500	0	7	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	52	6,2	39	
23	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	76,2	500	0	5	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	52	6,4	39	
24	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	115	500	0	2	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	52	6,0	39	
25	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	100	500	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	52	3,5	39	
26	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	90	500	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	52	3,2	39	
27	4430	TADEU	ESTOQUE	VB40RD	126	500	0	1	12/6/2009	16/6/2009	CADASTRADO	45	4,8	39	

Figura 28 - Distribuição dos Pedidos entre M37 e M39

É através do código em VBA (Anexo 01) que todo o sequenciamento é processado. Este foi talvez uma das maiores dificuldades da execução, pois muitas adaptações nas linhas de código tiveram de ser realizadas, para que o programa adapta-se aos detalhes do funcionamento da empresa. Por exemplo, ao se trabalhar com datas em VBA e conseguir utilizar-se de métodos que considerem apenas dias úteis para o trabalho.

Após o sequenciamento, se tem uma programação proposta, para tanto, é necessário realizar a validação dos dados, primeiro para se verificar visualmente se os pedidos estão bem alocados no tempo, segundo para caso seja necessária alguma alteração emergencial. Isso será mais detalhado no tópico a seguir.

Uma vez programado e validado quantas vezes necessário, estão alocadas as ordem de corte nas máquinas. O restante do processo envolve a parte de gerenciamento de pedidos, descritas neste capítulo.

4.3 VALIDAÇÃO

Validação é o ato de se confirmar a programação, estabelecido na etapa anterior. Nesse ponto da programação dos pedidos, deve haver uma checagem superficial, apenas para conferir se não ocorreu nenhum erro no planejamento ou qualquer falha eventual gerada pelo próprio Excel.

É com esta validação que são determinados todos os horários de corte de todas as peças seqüenciadas. Os tempos totais, o corte mais o setup, também nesse momento é montado o scheduling propriamente dito, ou seja, a confirmação dos horários de início e fim de processamento de cada ordem de corte.

M13														
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Ordem	Pedido	Material	Bitola	Corte	Setup	Total	Início	Fim	Prazo	Posição			
2	1	11390	VC131RD	215	21	5	26	27/10/2009 07:30	27/10/2009 07:56	14/10/2009 00:00	Atrasado			
3	2	11390	4140RD	245	12	5	17	27/10/2009 07:56	27/10/2009 08:13	14/10/2009 00:00	Atrasado			
4	3	11390	4140RD	152	10	5	15	27/10/2009 08:13	27/10/2009 08:28	14/10/2009 00:00	Atrasado			
5	4	11390	4140RD	292	23	5	28	27/10/2009 08:28	27/10/2009 08:56	14/10/2009 00:00	Atrasado			
6	5	11390	4140RD	329	29	5	34	27/10/2009 08:56	27/10/2009 09:30	14/10/2009 00:00	Atrasado			
7	6	11390	4140RD	245	12	5	17	27/10/2009 09:30	27/10/2009 09:47	14/10/2009 00:00	Atrasado			
8	7	11390	4140RD	177	7	5	12	27/10/2009 09:47	27/10/2009 09:59	14/10/2009 00:00	Atrasado			
9	8	11390	4140RD	229	20	5	25	27/10/2009 09:59	27/10/2009 10:24	14/10/2009 00:00	Atrasado			
10	9	11390	4140RD	229	20	0	20	27/10/2009 10:24	27/10/2009 10:44	14/10/2009 00:00	Atrasado			
11	10	11390	4140RD	229	11	0	11	27/10/2009 10:44	27/10/2009 10:55	14/10/2009 00:00	Atrasado			
12	11	11390	4140RD	166	12	5	17	27/10/2009 10:55	27/10/2009 11:12	14/10/2009 00:00	Atrasado			
13	12	11534	VM40RD	157	6	5	11	27/10/2009 11:21	27/10/2009 11:32	16/10/2009 00:00	Atrasado			
14	13	11542	1020RD	76,2	2	5	7	27/10/2009 11:48	27/10/2009 11:55	19/10/2009 00:00	Atrasado			
15	14	11543	1045RD	76,2	6	5	11	27/10/2009 11:55	27/10/2009 12:06	26/10/2009 00:00	Atrasado			
16	15	11549	VC131RD	101,6	11	5	16	27/10/2009 13:01	27/10/2009 13:17	26/10/2009 00:00	Atrasado			
17	16	11549	VNDRD	57,15	3	5	8	27/10/2009 13:17	27/10/2009 13:25	26/10/2009 00:00	Atrasado			
18	17	11549	VC131RD	203,2	36	5	41	27/10/2009 13:25	27/10/2009 14:06	26/10/2009 00:00	Atrasado			
19	18	11549	VNDRD	57,15	3	5	8	27/10/2009 14:06	27/10/2009 14:14	27/10/2009 00:00	Atrasado			
20	19	11549	VNDRD	101,6	6	5	11	27/10/2009 14:14	27/10/2009 14:25	27/10/2009 00:00	Atrasado			
21	20	11549	VNDRD	63,5	4	5	9	27/10/2009 14:25	27/10/2009 14:34	27/10/2009 00:00	Atrasado			
22	21	11549	VC131RD	63,5	5	5	10	27/10/2009 14:34	27/10/2009 14:44	27/10/2009 00:00	Atrasado			
23	22	11549	VNDRD	63,5	4	5	9	27/10/2009 14:44	27/10/2009 14:53	28/10/2009 00:00	Previsto			
24	23	11549	VC131RD	63,5	5	5	10	27/10/2009 14:53	27/10/2009 15:03	28/10/2009 00:00	Previsto			
25	24	11549	VNDRD	63,5	4	5	9	27/10/2009 15:03	27/10/2009 15:12	28/10/2009 00:00	Previsto			
26	25	11600	52100RD	50,8	3	5	8	27/10/2009 15:12	27/10/2009 15:20	28/10/2009 00:00	Previsto			
27	26	11604	VH13RD	50,8	3	5	8	27/10/2009 15:20	27/10/2009 15:28	28/10/2009 00:00	Previsto			

Figura 29 - Ordens validadas em M37

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
	Ordem	Pedido	Material	Bitola	Corte	Setup	Total	Início	Fim	Prazo	Posição					
1	1	11039	1045RD	63,5	3	5	8	27/10/2009 07:30	27/10/2009 07:38	6/10/2009 00:00	Atrasado					
2	2	11390	VC131RD	215	21	5	26	27/10/2009 07:38	27/10/2009 08:04	14/10/2009 00:00	Atrasado					
3	3	11390	4140RD	152	10	5	15	27/10/2009 08:04	27/10/2009 08:19	14/10/2009 00:00	Atrasado					
4	4	11390	4140RD	254	18	5	23	27/10/2009 08:19	27/10/2009 08:42	14/10/2009 00:00	Atrasado					
5	5	11390	4140RD	304	25	5	30	27/10/2009 08:42	27/10/2009 09:12	14/10/2009 00:00	Atrasado					
6	6	11390	4140RD	165	12	5	17	27/10/2009 09:12	27/10/2009 09:29	14/10/2009 00:00	Atrasado					
7	7	11390	4140RD	245	12	5	17	27/10/2009 09:29	27/10/2009 09:46	14/10/2009 00:00	Atrasado					
8	8	11390	4140RD	165	12	5	17	27/10/2009 09:46	27/10/2009 10:03	14/10/2009 00:00	Atrasado					
9	9	11390	4140RD	245	23	5	28	27/10/2009 10:03	27/10/2009 10:31	14/10/2009 00:00	Atrasado					
10	10	11390	4140RD	139	5	5	10	27/10/2009 10:31	27/10/2009 10:41	14/10/2009 00:00	Atrasado					
11	11	11390	4140RD	229	11	5	16	27/10/2009 10:41	27/10/2009 10:57	14/10/2009 00:00	Atrasado					
12	12	11390	4140RD	177	13	5	18	27/10/2009 10:57	27/10/2009 11:15	14/10/2009 00:00	Atrasado					
13	13	11390	4140RD	167	12	5	17	27/10/2009 11:15	27/10/2009 11:32	14/10/2009 00:00	Atrasado					
14	14	11390	4140RD	229	11	5	16	27/10/2009 11:32	27/10/2009 11:48	14/10/2009 00:00	Atrasado					
15	15	11390	4140RD	229	11	0	11	27/10/2009 11:48	27/10/2009 11:59	14/10/2009 00:00	Atrasado					
16	16	11528	VNDRD	50,8	3	5	8	27/10/2009 11:59	27/10/2009 12:07	19/10/2009 00:00	Atrasado					
17	17	11542	8640RD	50,8	2	5	7	27/10/2009 13:01	27/10/2009 13:08	19/10/2009 00:00	Atrasado					
18	18	11336	VC131RD	190	17	5	22	27/10/2009 13:08	27/10/2009 13:30	23/10/2009 00:00	Atrasado					
19	19	11549	VC131RD	190,5	32	5	37	27/10/2009 13:30	27/10/2009 14:07	23/10/2009 00:00	Atrasado					
20	20	11549	VC131RD	241,3	50	5	55	27/10/2009 14:07	27/10/2009 15:02	23/10/2009 00:00	Atrasado					
21	21	11549	VNDRD	63,5	4	5	9	27/10/2009 15:02	27/10/2009 15:11	26/10/2009 00:00	Atrasado					
22	22	11549	VNDRD	76,2	4	5	9	27/10/2009 15:11	27/10/2009 15:20	26/10/2009 00:00	Atrasado					
23	23	11604	VH13RD	63,5	3	5	8	27/10/2009 15:20	27/10/2009 15:28	26/10/2009 00:00	Atrasado					
24	24	11614	4340RD	76,2	3	5	8	27/10/2009 15:28	27/10/2009 15:36	27/10/2009 00:00	Atrasado					
25	25	10572	VD2RD	50,8	3	5	8	27/10/2009 15:36	27/10/2009 15:44	28/10/2009 00:00	Previsto					
26	26	11680	1045RD	101,6	6	5	11	27/10/2009 15:44	27/10/2009 15:55	28/10/2009 00:00	Previsto					
27																

Figura 30 - Ordens Validadas em M39

Uma vez validado, o sequenciamento não está fechado. A qualquer momento ele pode ser alterado. E existem basicamente duas situações que levariam a alguma alteração no sequenciamento, necessitando assim uma nova validação. A primeira, referente a algum pedido que necessite ser adiantado, visto o horário de conclusão do corte. Nesse caso, apenas se troca o número relativo ao ordenamento da ordem de corte na máquina e se realiza um re-ordenamento para se organizar os pedidos por ordem de execução do corte. Após esse re-ordenamento necessita-se realizar a validação novamente e verificar se os horários estão de acordo com a necessidade.

O segundo caso ocorre quando o vendedor emite algum pedido com prazo para o próprio dia quando foi emitido. Esse caso caracteriza o típico caso de emergência, já que o pedido deve ser inserido numa programação já estabelecida.

Nesse caso, o pedido é inserido manualmente na tela da máquina onde será cortado, esta decisão de em qual máquina inseri-lo é de responsabilidade do programador, baseado na

programação já estabelecida. Uma vez inserido o pedido, basta definir agora em qual horário será melhor encaixá-lo na programação estabelecida anteriormente. Feito isso, basta definir qual posição esta ordem de corte irá ser processada e re-ordenar a carteira de pedidos de tal máquina e realizar a impressão da nova carteira.

Dessa forma, a validação será usada em dois casos, basicamente, um na inserção de um novo pedido na programação (reprogramação) e outro no reposicionamento de um pedido na programação pronta (alteração do sequenciamento estabelecido).

5. RESULTADOS E ANÁLISES COMPARATIVAS

Esse capítulo tem o objetivo de realizar uma comparação dos resultados obtidos com a implantação do programa de sequenciamento com os dados de um período quando ainda não estava implantado o programa.

Basicamente, inicia-se a análise com as considerações iniciais, seguido dos resultados obtidos com o programa e por fim a análise comparativa dos dados.

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As considerações deste trabalho partem do seu escopo inicial, isto é, tratou-se apenas da programação dos aços de perfil redondo, devido à complexidade. Dessa forma, a análise considerará apenas a variação da produção gerada pelos materiais de perfil redondo.

Para a realização dos testes de comparação se adotou a alternância de semanas com o programa e sem o programa de sequenciamento, visando reduzir alguma tendência temporal. Os testes foram feitos segundo a Tabela 7 indica.

Tabela 7 - Semanas de realização dos testes

Semana	Data	Recurso
42	12/10/2009	Sem Programação
43	20/10/2009	Com Programação
44	26/10/2009	Sem Programação
45	3/11/2009	Com Programação

Outro fator importante é a questão de gerenciamento do processo, pois a alteração de todo o processo como sugerido no trabalho não teve tempo de ser aprovado pela diretoria para a implantação, dessa forma, a melhoria não estará 100% de acordo com a melhoria teórica estimada.

Além disso, deve-se considerar que o mercado de aço passa ainda por um momento um tanto quanto instável, se recuperando da crise enfrentada há alguns meses, e com isso, muitas vezes a produção da empresa se encontra até com máquinas ociosas, devido à falta de pedidos. Não bastando o momento do mercado, sabe-se que a demanda do último trimestre do ano é relativamente baixa comparada aos outros meses. Dessa forma, os indicadores poderão apresentar valores irreais, que não mostram a verdadeira realidade da melhoria atingida. Apesar disso, os cenários apresentados são cenários reais, que mostram exatamente a demanda dos materiais da empresa nas datas em questão. Por outro lado, o ponto positivo de se realizar os testes nestes dias, se dá pelo ambiente mais tranquilo para a realização dos testes, não causando maiores transtornos na produção da empresa.

5.2 DESEMPENHO DO SEQUENCIAMENTO

Como descrito no Capítulo 02, o desempenho do sequenciamento será realizado tomando como indicadores:

- Atraso Médio
- Atraso Máximo
- Número de Ordens Atrasadas

Estes indicadores estão diretamente relacionados com o objetivo do problema, ou seja, cumprimento dos prazos dos pedidos.

É importante citar que os resultados foram obtidos com informações armazenadas e a partir destas se fez os possíveis cálculos e estatísticas. Não se desenvolveu no próprio programa um sistema que permita a extração automática desses dados para consulta.

Para a primeira semana analisada (Semana 42), não havia sido implantado ainda o sistema de sequenciamento, e assim, partiu-se das seguintes informações:

Número de Pedidos Emitidos na Semana: 123

Número de Pedidos que continham ordens de corte de materiais de perfil redondo: 79

Total de Ordens de Corte de materiais de perfil redondo: 204

Carga: 105 horas e 26 minutos

Desse tempo total, a distribuição dos pedidos pelas máquinas resultou nos seguintes números:

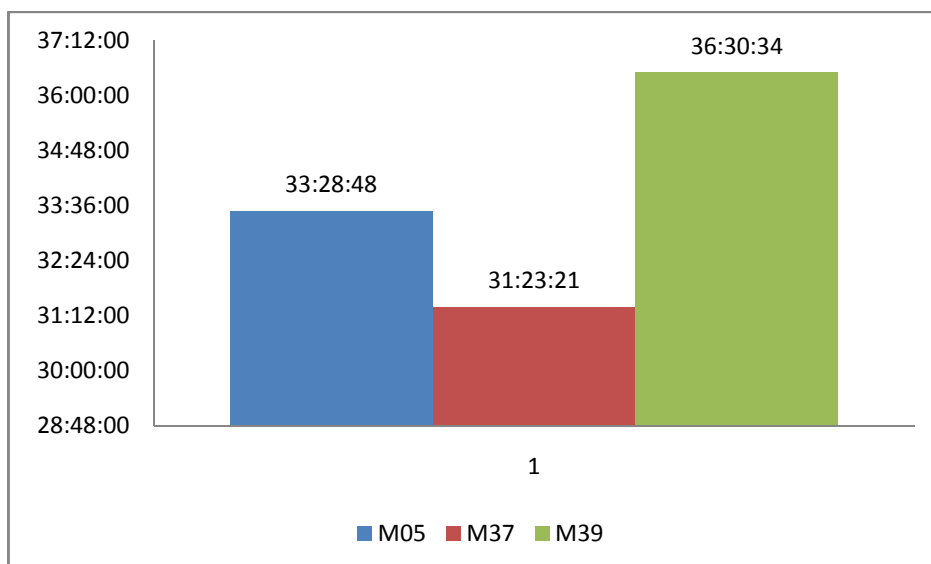


Figura 31 - Distribuição da Carga na Semana 42

Com essa distribuição atingida, se obteve os seguintes resultados:

Número de Ordens de Corte com Atraso: 41

Tempo Médio de Atraso: 3 horas e 18 minutos

Tempo Máximo de Atraso: 25 horas e 12 minutos

Passada essa primeira semana, as mesmas informações foram obtidas na segunda semana(Semana 43), quando se implantou pela primeira vez o sistema de sequenciamento na empresa. Com isso, os resultados foram os seguintes:

Número de Pedidos Emitidos na Semana: 102

Número de Pedidos que continham ordens de corte de materiais de perfil redondo: 64

Total de Ordens de Corte de materiais de perfil redondo: 185

Carga: 94 horas e 43 minutos

Da mesma forma a distribuição obtida pode ser encontrada abaixo:

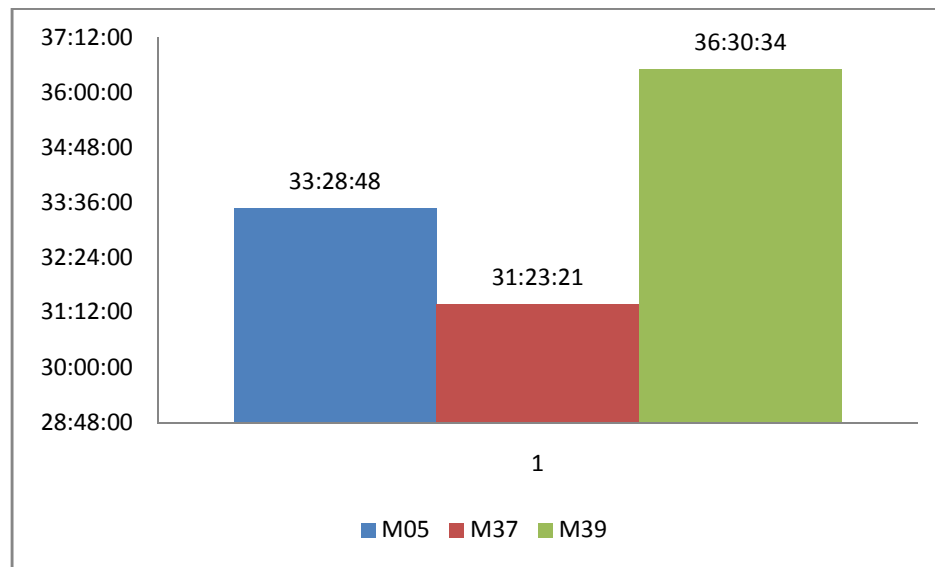


Figura 32 - Distribuição da Carga na Semana 43

E o resultado da distribuição e do seqüenciamento foi:

Número de Ordens de Corte com Atraso: 22

Tempo Médio de Atraso: 59 minutos

Tempo Máximo de Atraso: 13 horas e 31 minutos

Nas outras duas semanas adjacentes foi realizado o mesmo procedimento, alternando uma semana sem a realização do seqüenciamento e outra com o seqüenciamento.

Assim, seguem os dados das outras duas semanas:

3ª. Semana (Semana 44)

Número de Pedidos Emitidos na Semana: 115

Número de Pedidos que continham ordens de corte de materiais de perfil redondo: 61

Total de Ordens de Corte de materiais de perfil redondo: 162

Carga: 89 horas e 11 minutos

A distribuição das ordens entre as máquinas de deu da seguinte maneira:

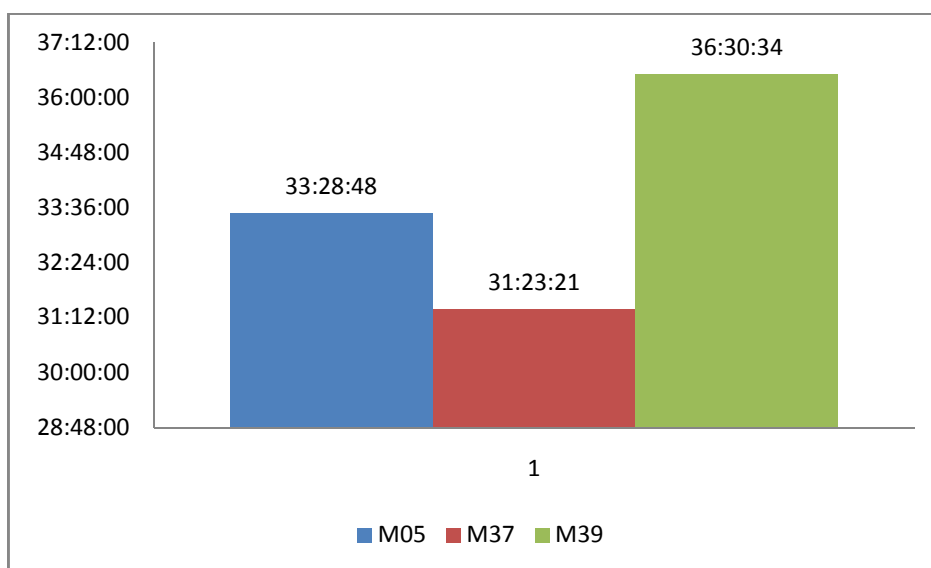


Figura 33 - Distribuição da Carga na Semana 44

Número de Ordens de Corte com Atraso: 48

Tempo Médio de Atraso: 2 horas e 10 minutos

Tempo Máximo de Atraso: 19 horas e 03 minutos

4ª. Semana (Semana 45)

Número de Pedidos Emitidos na Semana: 106

Número de Pedidos que continham ordens de corte de materiais de perfil redondo: 71

Total de Ordens de Corte de materiais de perfil redondo: 169

Carga: 101 horas e 22 minutos

A distribuição se deu da seguinte maneira:

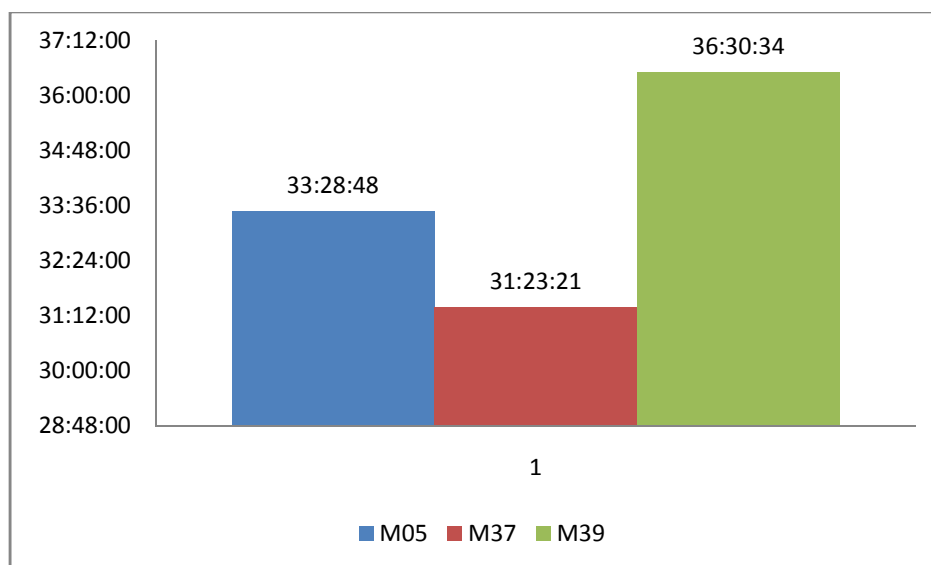


Figura 34 - Distribuição da Carga na Semana 45

Número de Ordens de Corte com Atraso: 28

Tempo Médio de Atraso: 1 hora e 18 minutos

Tempo Máximo de Atraso: 14 horas e 51 minutos

Tendo esses resultados em mãos, se fará agora uma análise para se obter a eficiência desse sistema de PCP implementado, levando-se em conta as considerações iniciais realizadas.

Tabela 8 - Resultados obtidos

	<i>1ª. Semana</i>	<i>2ª. Semana</i>	<i>3ª. Semana</i>	<i>4ª. Semana</i>
Total de Ordens	123	102	115	106
Ordens atrasadas	41	22	48	28
Ordens atrasadas (%)	33%	22%	42%	26%
Carga	105h 26m	94h 43m	89h 11m	101h 22m
Tempo Médio de Atraso	3h 18m	59m	2h 10m	1h 18m
Tempo Máximo de Atraso	25h 12m	13h 31m	19h 03m	14h 51m

Com esses dados já podemos perceber a melhoria atingida com a implementação do método de programação. Nas semanas em que se foi implantado o sistema a média de ordens atrasadas foi de 24% enquanto que nas semanas sem a programação a média foi de 38%.

Tomando os dados referentes ao tempo médio de atraso e tempo máximo de atraso a melhoria é semelhante. Quando não realizada a programação o tempo médio de atraso é de 2 horas e 44 minutos, enquanto que quando se realiza a programação o tempo cai para 1 hora e 8 minutos.

Vale ressaltar aqui que devido ao pouco tempo, essas médias são baseadas em apenas duas amostras de semanas, podendo incorrer em um desvio padrão relativamente alto.

Na empresa, buscou-se o depoimento do supervisor do setor trabalhado: “Sempre que foi feita a programação dos pedidos ficou mais fácil para mim e para os cortadores, e claro, o atraso com os pedidos foi bem menor do que tínhamos antes”.

Assim, se comprovou a melhoria do sistema implantado, tanto em nível de percepção dos que atuam no chão de fábrica como a nível estatístico, apresentado acima.

6. CONCLUSÕES

Nesse capítulo serão descritas as conclusões deste trabalho de formatura desenvolvido na Açofran. Será primeiramente apresentada uma síntese, retomando o conteúdo apresentado nos capítulos anteriores, seguida de uma análise dos pontos fortes e fracos do estudo e por fim os possíveis desdobramentos que este trabalho poderá apresentar.

6.1 SÍNTESE

Na empresa em questão foi analisada toda sua estrutura e se detectou um problema que envolvia diretamente o setor de produção. O grande problema estava nos atrasos frequentemente incorridos graças a uma falta de organização do chão de fábrica.

Tendo se em vista que o problema se localizava na produção, foi realizado um estudo verificando todas as possibilidades das causas através de um diagrama de causa-efeito. A causa raiz então foi identificado pela ausência de um sistema de programação dos pedidos, isto é, o sequenciamento era feito realizado de maneira intuitiva pelos encarregados dos depósitos.

A partir disso, passou-se a delimitar o escopo do projeto, tendo em mente a viabilidade do trabalho, realizado somente com os aços de perfil redondo com processamento em três máquinas. Com isso, o trabalho passou a focar no sequenciamento dos pedidos.

Dessa forma, um estudo focado nos aços de perfil redondo foi realizado, primeiramente buscando se um entendimento maior na área de corte especificamente, ou seja, pesquisa dos índices de corte de cada material, tal qual uma pesquisa e observações feitas no dia-a-dia visando garantir maior precisão nos índices tabelados. Posteriormente, foi realizado um estudo sobre o pré corte, isto é, tudo que ocorre no processamento do aço antes de ser encaminhado a máquina, e com isso, se obteve uma média para calculo do set-up de preparação para o corte.

Outro problema enfrentado foi a falta de definições para o corte dos materiais na empresa. Não existia definição formal de que aço poderia ser cortado em que máquina. O que foi feito então foi definir quais máquinas seriam responsáveis pelos cortes de perfil redondo.

O próximo passo foi a realização da pesquisa bibliográfica para nortear o desenvolvimento do sequenciamento. Uma vez realizada essa pesquisa, ficou claro que para o problema, o método que melhor se aplicaria deveria estar relacionado diretamente com a questão dos prazos dos pedidos, visando a redução dos atrasos dos mesmos, objetivo primário deste trabalho.

Após essa decisão, partiu-se para o método pelo qual o sequenciamento deveria ser realizado, uma vez que a empresa já contava com um sistema ERP em implementação. A escolha se deu a ferramenta Excel do Microsoft Office, pela acessibilidade ao programa e pela praticidade de comunicação entre o programa e o sistema de informação instalado. Por outro lado, esse programa ofereceu algumas dificuldades relativas ao seu manuseio.

Dessa forma, iniciou-se um intenso estudo buscando a programação em linguagem VBA para o desenvolvimento do programa responsável pelo sequenciamento das ordens de corte. Feito isso, partiu-se para uma fase de adaptação do software ao processo e vice-versa. Até o enquadramento final e obtenção da última versão do programa.

Com o programa funcionando, o próximo passo foi em direção a implementação e a realização dos sequenciamentos propriamente ditos e análise dos resultados para a comparação com o estado inicial, antes da implantação do programa.

6.2 ANÁLISE CRÍTICA DO PROJETO

Inicialmente o grande destaque a se ressaltar vem em direção à praticidade da realização do estágio na mesma área onde o trabalho foi inteiramente desenvolvido, e com isso, o grau de detalhamento que se pode obter foi muito alto.

Outro ponto que merece ser citado é a questão do trabalho ser realizado numa empresa de pequeno porte, permitindo maior acessibilidade aos dados, junto com isso, a liberdade de realização do trabalho e de todos os testes na produção da empresa, autorizados pela diretoria.

Sobre o trabalho especificamente, o primeiro grande ponto positivo foi a realização de um primeiro grande passo dentro da empresa no sentido de uma organização do setor produtivo, isto é, uma organização nos procedimentos adotados no chão de fábrica. Primeiramente com um estudo e uma definição do fluxo do processo produtivo, e posteriormente a definição de procedimento envolvendo a programação da produção, relativa aos aços de perfil redondo.

Além disso, a produção da empresa passa a ter uma primeira sistemática de programação com maior controle que garanta informação precisa e atualizada primeiramente ao programador, e posteriormente aos vendedores e por que não como uma ferramenta para tomadas de decisão por parte da diretoria.

Com tudo isso, pode-se dizer que o ponto máximo desse trabalho envolve a questão da mudança de cultura de uma empresa que tem seu processo fixado há muitos anos e nos meses do projeto se iniciou essa difícil mudança.

Se tratando do aspecto negativo do trabalho, as aproximações estabelecidas nos cálculos da programação, como a questão do set-up por exemplo tiram um pouco da precisão do seqüenciamento.

Porém, a pior parte do desenvolvimento se dá na obtenção dos resultados baseado na demanda atual do mercado, que ainda passa por um momento de baixa, a maior parte dos pedidos passa a ser de urgência, fazendo com que a programação perca muita de sua eficiência. Além de se tratar de uma ferramenta recém implantada e com pouco tempo para acertos e medição de sua eficácia, consequentemente.

6.3 DESDOBRAMENTOS

Todo o projeto de seqüenciamento apresenta pontos de melhoria que podem ser amplamente desenvolvidos. Principalmente por ser uma empresa que nunca desenvolveu nenhum tipo de trabalho focado no setor produtivo.

Um primeiro ponto potencial envolve a unificação do sistema de administração da produção, através do sistema ERP, permitindo sincronizar um modulo de manufatura. Dessa forma, primeiramente, poderia se desenvolver um programa de otimização do corte dos aços que minimize o atraso, dessa forma se teria uma economia com redução dos atrasos e também com a redução da perda de material. Para tanto, há a necessidade de alteração do SKU trabalhado na empresa, que hoje funciona por peso, e para tanto, necessitaria a alteração para uma unidade de comprimento. Poderia ser desenvolvido em conjunto com a análise de trabalhos já realizados sobre a otimização de corte de aços de perfil redondo.

Um segundo ponto potencial para enfoque e desenvolvimento de trabalho tange o seqüenciamento dos aços de perfil retangular, as barras. Para tanto, esse trabalho esbarra no desenvolvimento de um estudo de corte desses aços, uma análise de aproveitamento de material e otimização de corte em 3D, problema conhecido como Caixas do Container. A partir disso, se pode ter controle total da produção da empresa visando uma programação.

Um último ponto, poderia se desenvolver também um sistema de previsão de demanda e controle de estoque, que por muitas vezes, afeta no problema tratado neste trabalho, o atraso de pedidos.

Dessa forma, esse trabalho abre diversas portas rumo ao desenvolvimento de mais projetos na Açofran e por conseqüência um potencial desenvolvimento científico na área de programação e controle da produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arnold, J. R. Introduction to Materials Management. Columbus, Ohio: Prentice Hall., 1998.

Goldenberg, D., & Mesquita, M. A. Desenvolvimento de modelos de simulação em planilhas para problemas de programação da produção. São Paulo, Brasil, 2007

Graves, S. A Review of Production Scheduling. Operations Research, 1981.

Hax, A., & Candea, D. Production and Inventory Management. New Jersey: Prentice Hall, 1984.

Heat Tech . (2007). Acesso em 25 de Abril de 2009, disponível em Heat Tech:
http://www.heattech.com.br/publicacoes/FOLDER_ACOS_FERRAMENTA.pdf

Henrich, P., Land, M., & Gaalman, G. Exploring applicability of the workload control concept. International Journal of Production Economics, v.90 , 2004.

Herrman, J. W. Handbook os Production Schedulig. Maryland: Springer, 2004

Lustosa, L., Mesquita, M. A., Quelhas, O., & Oliveira, R. Planejamento e Controle da Produção. Rio de Janeiro: Elsevier , 2008.

Maccarthy, B., & Liu, J. Addressing the Gap in Scheduling Research: a review of optimization methods in production scheduling. Journal of Production Research, v.31,n.1 , pp. 59-79, 1993.

Pinedo, M. L. Planning and scheduling in Manufacturig and Services. New York: Springer, 2005.

Stevenson, M., Hendry, L. C., & Kingsman, B. G. A review of production planning and control: the applicability of key concepts to the make-to-order industry. International Journal of Production Research, v.43, n.5 , 2005.

Sule, D. R. Industrial Scheduling. Boston: PWS Publishing Company, 1996.

Suri, R. Quick Response Manufacturing: A Companywide Approach to Reducing Lead Times. Portland: Productivity Press, 1998.

Tubino, D. F. Planejamento e Controle da Produção - Teoria e Prática. São Paulo: Atlas, 2007.

Vollmann, T. E., Berry, W. L., & Whybark, D. C. Manufacturing Planning and Control Systems. Boston: Irwi McGraw-Hill, 1997.